



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**TUGAS AKHIR - TE 141599**

**KONSTRUKSI DIAGRAM *LADDER* DENGAN  
METODE *CASCADE* UNTUK *CRUDE PALM OIL*  
*PROCESS***

Arga Pratama Sukarno Putra  
NRP 07111645000008

Dosen Pembimbing  
Dr. Ir. Mochammad Rameli  
Eka Iskandar, S.T., M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO  
Fakultas Teknologi Elektro  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018





**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**FINAL PROJECT - TE 141599**

**LADDER DIAGRAM CONSTRUCTION  
WITH CASCADE METHOD  
FOR CRUDE PALM OIL PROCESS**

Arga Pratama Sukarno Putra  
NRP 07111645000008

Supervisors  
Dr. Ir. Mochammad Rameli  
Eka Iskandar, S.T., M.T.

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING  
Faculty of Electrical Technology  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018

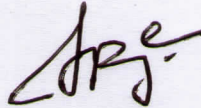


## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul "**Konstruksi Diagram Ladder dengan Metode Cascade untuk Crude Palm Oil Process**" adalah benar benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 05 Juli 2018



Arga Pratama Sukarno Putra  
Nrp 07111645000008

**KONSTRUKSI DIAGRAM LADDER DENGAN  
METODE CASCADE UNTUK  
CRUDE PALM OIL PROCESS**

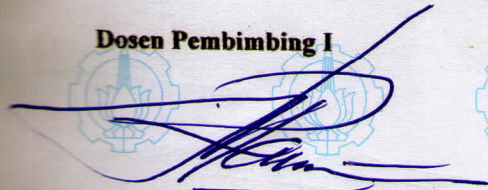
**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**

**Pada  
Bidang Studi Teknik Sistem Pengaturan  
Departemen Teknik Elektro  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Menyetujui :**

**Dosen Pembimbing I**



**Dr. Ir. Mochammad Rameli  
NIP. 19541227 1981031002**

**Dosen Pembimbing II**



**Eka Iskandar, S.T., M.T.  
NIP. 19800528 2008121001**



# KONSTRUKSI DIAGRAM *LADDER* DENGAN METODE *CASCADE* UNTUK *CRUDE PALM OIL PROCESS*

Nama : Arga Pratama Sukarno Putra  
NRP : 07111645000008  
Pembimbing 1 : Dr. Ir. Mochammad Rameli  
NIP : 19541227 1981031002  
Pembimbing 1 : Eka Iskandar, S.T., M.T.  
NIP : 19800528 2008121001

## ABSTRAK

Minyak kelapa sawit atau yang lebih dikenal dengan *palm oil* diperoleh dari berbagai macam proses pengolahan. Mulai dari proses penerimaan buah sawit hingga proses pemurnian minyak kelapa sawit. Dahulu *crude palm oil process* (proses pengolahan minyak kelapa sawit) dilakukan manual menggunakan tenaga manusia. Seiring dengan berkembangnya teknologi, *crude palm oil process* telah dikendalikan menggunakan *Programmable Logic Control* (PLC). Hal ini dilakukan untuk meningkatkan hasil produksi minyak kelapa sawit. Tujuan konstruksi diagram *ladder* dengan metode *cascade* adalah membuat *ladder* dengan cepat agar pengolahan kelapa sawit mendapatkan banyak keuntungan.

Dari hasil perancangan diagram *ladder* maka didapatkan jumlah rung 250 akibat dari banyaknya *relay* yang ada. Ukuran program yang dibuat adalah 30kb. *Timer* yang digunakan ada 11 *timer*. Dalam program ini *input* dan *output* sebanyak 78. *Relay* sebanyak 1000. Dengan banyaknya *rung* maka program berjalan lebih lambat dalam berproses. Dan dengan banyaknya *relay* maka butuh biaya yang besar dalam pembuatan pabriknya.

**Kata Kunci:** *PLC, crude palm oil process, metode cascade, diagram ladder*

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



# ***LADDER DIAGRAM CONSTRUCTION WITH CASCADE METHOD FOR CRUDE PALM OIL PROCESS***

*Name* : Arga Pratama Sukarno Putra  
*NRP* : 07111645000008  
*Supervisor* : Dr. Ir. Mochammad Rameli  
*NIP* : 19800528 2008121001  
*Supervisor* : Eka Iskandar, S.T., M.T.  
*NIP* : 19800528 2008121001

## ***ABSTRACT***

*Palm oil or better known as palm oil is derived from a variety of processing processes. Starting from the process of receiving palm fruit to the refining process of palm oil. Formerly crude palm oil process done manually using human power. Along with the development of technology, the crude palm oil process has been controlled using Programmable Logic Control (PLC). This is done to improve the yield of palm oil production. The purpose of ladder diagram construction by cascade method is to make ladder fast for palm oil processing to gain many benefits. From the design of the ladder diagram, we get the number of rung 250 due to the number of relays available. The size of the program created is 30kb. The timer used is 11 timers. In this program input and output as much as 78. Relay as much as 1000. With many rung then program run slower in process. And with many relays it will cost a lot in making the factory.*

***Keywords*** : PLC, crude palm oil process, cascade method, ladder diagram

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillah Robbil 'Alamin*, Puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas berkah dan rahmat-Nya sehingga saya selaku penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul

### **“Konstruksi Diagram *Ladder* dengan Metode Cascade untuk *Crude Palm Oil Process*”**

Tugas Akhir merupakan persyaratan menyelesaikan jenjang pendidikan S1 pada Bidang Studi Teknik Sistem Pengaturan, Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Atas selesainya penyusunan Tugas Akhir ini, saya sebagai penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. ALLAH SWT karena tanpaNya penulis tidak akan bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.
  2. Kedua Orang tua saya memberikan saya doa agar saya bisa menyelesaikan tugas akhir ini.
  3. Kepada Bapak Dr. Ir. Mochammad Rameli dan Bapak Eka Iskandar ST., MT selaku dosen pembimbing tugas akhir, terima kasih atas bimbingan, nasehat, dan ilmu yang diberikan kepada penulis selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
  4. Teman-teman sistem pengaturan lintas jalur 2016 yang telah membantu saya selama proses pengerjaan tugas akhir
  5. Kepada Norma Mahmudah yang telah membantu saya.
  6. Semua pihak yang telah bersedia menyediakan waktunya untuk membantu saya yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu
- Besar harapan penulis agar buku Tugas Akhir ini bisa memberikan masukan dan manfaat bagi pembaca, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik saran yang membangun agar kedepannya bisa lebih baik.

Surabaya, 05 Juli 2018

Arga Pratama Sukarno Putra  
NRP 07111645000008

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# DAFTAR ISI

	HALAMAN
<b>JUDUL</b>	
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b>	
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ix</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xviip</b>

## BAB 1

1.1	Latar Belakang.....	1
1.2	Permasalahan .....	1
1.3	Batasan Masalah .....	2
1.4	Tujuan.....	2
1.5	Metode Penelitian .....	2
1.6	Sistematika Pembahasan.....	3
1.7	Relevansi .....	4

## BAB 2

2.1	Proses Pengolahan Minyak Kelapa Sawit .....	6
2.2.1	Jembatan Timbang .....	6
2.2.2	<i>Loading ramp</i> .....	6
2.2.3	<i>Transfer Carriage</i> .....	7
2.2.4	<i>Sterilizer Cage</i> .....	7
2.2.5	<i>Trippler</i> .....	9
2.2.6	<i>Bunch Conveyor</i> .....	9
2.2.7	<i>Tresher</i> .....	9
2.2.8	<i>Elevator</i> .....	20
2.2.9	<i>Fruit Distributing Conveyor</i> .....	10
2.2.10	<i>Digester</i> .....	10
2.2.11	<i>Screw Press</i> .....	11
2.2.12	<i>Sand Trap</i> .....	11
2.2.13	<i>Vibrating Screen</i> .....	11
2.2.14	<i>Crude Oil Tank</i> .....	12
2.2.15	<i>Desanding Cyclone</i> .....	12
2.2.16	<i>Decanter Feed Tank</i> .....	12
2.2.17	<i>Decanter Centrifugal</i> .....	12

2.2.18 Vacuum Drier .....	13
2.2.19 Oil Storage Tank .....	13
2.2 Programmable Logic Control (PLC) .....	13
2.2.1 Central Porcessing Unit .....	14
2.2.2 Memory .....	15
2.2.3 Modul I/O .....	15
2.3 OPC KepserverEX .....	16
2.4 Wonderware .....	17
2.5 Metode Cascede .....	18

### **BAB 3**

3.1 Perumusan Sistem .....	21
3.1.1 Langkah Kerja Sistem .....	33
3.2 Perancangan Sistem dengan Metode Cascade .....	40
3.2.1 Tahap Pertama .....	40
3.2.2 Tahap Kedua .....	42
3.2.3 Tahap Ketiga .....	45

### **BAB 4**

4.1 Simulasi .....	49
4.1.1 Tahap Awal Pengolahan Minyak Sawit .....	49
4.1.2 Pelumatan .....	50
4.1.3 Sterilizer line 2 .....	51
4.1.4 Pemurnian .....	51
4.1.5 Maintenance .....	52
4.1.6 Threshing .....	53
4.1 Analisa .....	53

### **BAB 5**

5.1. Kesimpulan .....	55
5.2. Saran .....	55

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>57</b>
-----------------------------	-----------

<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>59</b>
-----------------------	-----------

<b>RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>71</b>
----------------------------	-----------

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Flow Proses Pembuatan Minyak Kelapa Sawit.....	5
<b>Gambar 2.2</b>	Jembatan Timbang .....	6
<b>Gambar 2.3</b>	<i>Loading Ramp</i> .....	7
<b>Gambar 2.4</b>	<i>Transfer Carriage</i> .....	7
<b>Gambar 2.5</b>	<i>Sterilizer Cage</i> .....	9
<b>Gambar 2.6</b>	<i>Tippler</i> Pengolahan Kelapa Sawit.....	10
<b>Gambar 2.7</b>	<i>Bunch conveyor</i> Pengolahan Kelapa Sawit.....	10
<b>Gambar 2.8</b>	<i>Thresher Station</i> Pengolahan Kelapa Sawit .....	11
<b>Gambar 2.9</b>	<i>Elevator</i> Pengolahan Kelapa Sawit.....	12
<b>Gambar 2.10</b>	<i>Fruit Distributing Conveyor</i> CPO.....	12
<b>Gambar 2.11</b>	<i>Digester</i> Pengolahan Kelapa Sawit.....	13
<b>Gambar 2.12</b>	<i>Screw Press</i> Pengolahan Kelapa Sawit .....	14
<b>Gambar 2.13</b>	<i>Sand Trap</i> Pengolahan Kelapa Sawit.....	14
<b>Gambar 2.14</b>	<i>Vibrating Screen</i> Pengolahan Kelapa Sawit.....	15
<b>Gambar 2.15</b>	<i>Crude Oil Tank</i> Pengolahan Kelapa Sawit.....	15
<b>Gambar 2.16</b>	<i>Desanding Cyclone</i> Pengolahan Kelapa Sawit .....	16
<b>Gambar 2.17</b>	<i>Decanter Centrifugal</i> Pengolahan Kelapa Sawit.....	17
<b>Gambar 2.18</b>	<i>Vacuum Drier</i> Pengolahan Kelapa Sawit.....	17
<b>Gambar 2.19</b>	<i>Oil Storage Tank</i> .....	18
<b>Gambar 2.20</b>	Diagram Blok PLC .....	19
<b>Gambar 2.21</b>	Diagram KepserverEx .....	20
<b>Gambar 2.22</b>	Tampilan <i>Software Wonderware</i> .....	21
<b>Gambar 3.1</b>	<i>Ladder Diagram Relay</i> Tahap Pertama Proses CPO...	42
<b>Gambar 3.2</b>	<i>Ladder Diagram Output</i> Tahap Pertama Proses CPO.	42
<b>Gambar 3.3</b>	<i>Ladder Diagram Relay</i> Tahap Kedua Proses CPO .....	44
<b>Gambar 3.4</b>	<i>Ladder Diagram Output</i> Tahap Kedua Proses CPO ...	44
<b>Gambar 3.5</b>	<i>Ladder Diagram Relay</i> Tahap Ketiga Proses CPO .....	46
<b>Gambar 3.6</b>	<i>Ladder Diagram Output</i> Tahap Ketiga Proses CPO ...	47
<b>Gambar 4.1</b>	HMI Tahap Awal Pengolahan Minyak Sawit .....	50
<b>Gambar 4.2</b>	HMI Pelumatan.....	50
<b>Gambar 4.3</b>	HMI <i>Sterilizer Line 2</i> .....	51
<b>Gambar 4.4</b>	HMI Pemurnian .....	52
<b>Gambar 4.5</b>	HMI <i>Maintenance</i> .....	52
<b>Gambar 4.6</b>	HMI <i>Threshing</i> .....	53

<b>Gambar 4.7</b>	<i>Relay</i> Baru Kendali <i>Output</i> Z1 Dan Z2.....	53
<b>Gambar 4.8</b>	<i>Relay</i> Baru Kendali <i>Output</i> Z2 Dan Z3.....	54
<b>Gambar 4.9</b>	<i>Relay</i> Baru Kendali <i>Output</i> Z4 Dan Z5.....	54



## DAFTAR TABEL

	HALAMAN
Tabel 3.1	<i>Input</i> sistem ..... 19
Tabel 3.2	<i>Output</i> sistem ..... 30
Tabel 3.3	Kondisi I/O Sistem Pengolahan Minyak Kelapa Sawit 34
Tabel 3.4	Kondisi I/O Sistem Pengolahan Minyak Kelapa Sawit Ketika Tombol <i>Maintenance</i> di Tekan..... 39
Tabel 3.5	Tabel Sekuen Tahap Pertama ..... 40
Tabel 3.6	Tabel Sekuen Tahap Kedua..... 43
Tabel 3.7	Tabel Sekuen Tahap Ketiga ..... 45

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB 1

### 1.1 Latar Belakang

Kelapa sawit merupakan tanaman yang sangat berguna dan memiliki nilai jual tinggi. Hal ini disebabkan daging buah (mesokarp) dan intinya (kopra) dapat diolah untuk menjadi minyak. Kelapa sawit dapat tumbuh subur di daerah tropis yang curah hujannya merata. Oleh karena itulah Indonesia termasuk salah satu produsen minyak kelapa sawit terbesar di dunia. Minyak kelapa sawit atau yang lebih dikenal dengan palm oil diperoleh dari berbagai macam proses pengolahan. Dahulu proses pengolahan minyak kelapa sawit masih menggunakan tenaga manusia, sehingga minyak kelapa sawit yang dihasilkan terbatas.

Dengan semakin berkembangnya teknologi, proses pengolahan minyak kelapa sawit dibantu oleh mesin-mesin yang secara otomatis dikontrol oleh alat bernama PLC (*Programmable Logic Control*). PLC merupakan perangkat elektronik digital dengan memori-memori di dalamnya yang dapat diprogram untuk menjalankan fungsi-fungsi spesifik seperti: logika, sekuen, *timing*, *counting*, dan aritmatika. Fungsi dari PLC adalah untuk mengontrol dan memonitor suatu mesin industri atau proses industri agar sesuai dengan kondisi yang diinginkan oleh operator. PLC diprogram menggunakan bahasa pemrograman khusus diantaranya adalah *Ladder diagram* (LD), *Function Block Diagram* (FBD), *Sequential Function Chart* (SFC), *Structure Text* (ST), *Instruction List* (IL). *Ladder diagram* (LD) sendiri sering dipakai baik dalam perkuliahan dan juga di dunia industri. *Ladder diagram* (LD) sendiri merupakan bahasa pemrograman PLC yang berbentuk seperti tangga. Untuk membuat *ladder diagram* PLC diperlukannya metode-metode. Dari sekian banyak metode yang digunakan untuk menyusun *Ladder diagram* (LD) PLC salah satunya adalah metode *cascade*.

### 1.2 Permasalahan

Seiring dengan berkembangnya teknologi, proses pengolahan minyak kelapa sawit (*crude palm oil process*) telah dikendalikan menggunakan *Programmable Logic Control* (PLC). Hal ini dilakukan untuk meningkatkan hasil produksi minyak kelapa sawit agar memperoleh keuntungan yang besar. Tentunya dalam penyusunan *ladder diagram* PLC memerlukan sebuah metode. Pada tahap inilah terdapat permasalahan yaitu bagaimana cara menyusun *ladder diagram* dengan menggunakan metode *cascade* pada proses pengolahan minyak kelapa sawit tersebut.

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan di bahas dalam tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Metode yang digunakan dalam penyusunan *ladder diagram* adalah metode *cascade*
2. Yang dilakukan pada tugas akhir ini adalah membuat *ladder diagram* dan tidak membandingkan antara kelebihan dan kekurangan tiap metode.

### 1.4 Tujuan Tugas Akhir dan Manfaat

Adapun tujuan dari tugas akhir yang dibuat adalah konstruksi *ladder diagram* menggunakan metode *cascade* pada proses pengolahan minyak kelapa sawit (*crude palm oil process*).

Manfaat dari tugas akhir ini yaitu mengetahui dan memahami cara merancang *ladder diagram* dengan menggunakan metode *cascade* kemudian dapat membuat sendiri *ladder diagram* dengan metode *cascade* serta memudahkan dalam penyusunan *ladder diagram* yang membutuhkan kecepatan untuk membuatnya.

### 1.4 Metode Penelitian

Metode yang dilakukan dalam tugas akhir “Konstruksi *Ladder diagram* Menggunakan Metode *Cascade* Pada Proses Pengolahan Minyak Kelapa Sawit” adalah :

#### 1. Studi Literatur

Studi literatur ini membantu dalam menyelesaikan tugas akhir melalui beberapa referensi seperti *paper*, buku atau sebagainya yang berhubungan dengan topik tugas akhir yaitu metode *cascade* pada penyusunan *ladder diagram* dan proses pengolahan minyak kelapa sawit (*crude palm oil process*).

#### 2. Pembuatan *Ladder diagram* Dan HMI

Pada bagian ini akan dibuat *ladder diagram* berdasarkan metode *cascade* dengan menggunakan *software* Simatic Step 7 dan untuk pembuatan HMI (*Human Machine Interface*) menggunakan *software* Win CC.

#### 3. Implementasi Dan Uji Coba

Program *ladder* yang telah dibuat diunduhkan (*download*) ke PLC untuk menguji program *ladder* dan HMI yang dibuat tersebut telah benar atau tidak. Apabila saat dijalankan dengan PLC, dan dapat dikontrol melalui HMI yang ada pada komputer/laptop ternyata

program tersebut dapat berjalan sesuai dengan tahapan pada proses pengolahan minyak kelapa sawit maka program *ladder* yang dibuat dinyatakan berhasil.

#### 4. Analisa Program

Setelah diimplementasikan dan diuji coba maka dapat diperoleh suatu analisa mengenai metode *cascade* yang digunakan.

#### 5. Penyusunan Laporan Tugas Akhir

Penyusunan laporan tugas akhir ini merupakan kesimpulan dari beberapa tahapan metodologi yang diterapkan dalam bentuk laporan tugas akhir.

### 1.5 Sistematika Pembahasan

Terdapat lima bab yang akan di uraikan dalam sistematika penulisan. Sistematika ini berisi uraian yang akan di bahas dalam tugas akhir ini dan membantu dalam langkah-langkah penulisan buku tugas akhir :

#### Bab I : PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan, akan dibahas detail mengenai latar belakang, permasalahan, batasan masalah, tujuan, metode penelitian, sistematika pembahasan dan relevansi.

#### Bab II : DASAR TEORI

Pada bab dasar teori, akan membahas tentang teori-teori penunjang seperti analisa stabilitas, analisa stabilitas transient, *single auto reclosing*, *critical clearing time* dan lain-lain sebagai bahan acuan untuk menyelesaikan tugas akhir.

#### Bab III : Proses Pengolahan Minyak Kelapa Sawit

Pada bab sistem kelistrikan sumatera utara, membahas tentang proses pengolahan minyak kelapa sawit.

#### Bab IV : HASIL SIMULASI DAN ANALISA

Pada bab hasil simulasi dan analisa membahas tentang simulasi *ladder diagram* menggunakan metode *cascade* pada proses pengolahan minyak kelapa sawit menggunakan software.

## Bab V : PENUTUP

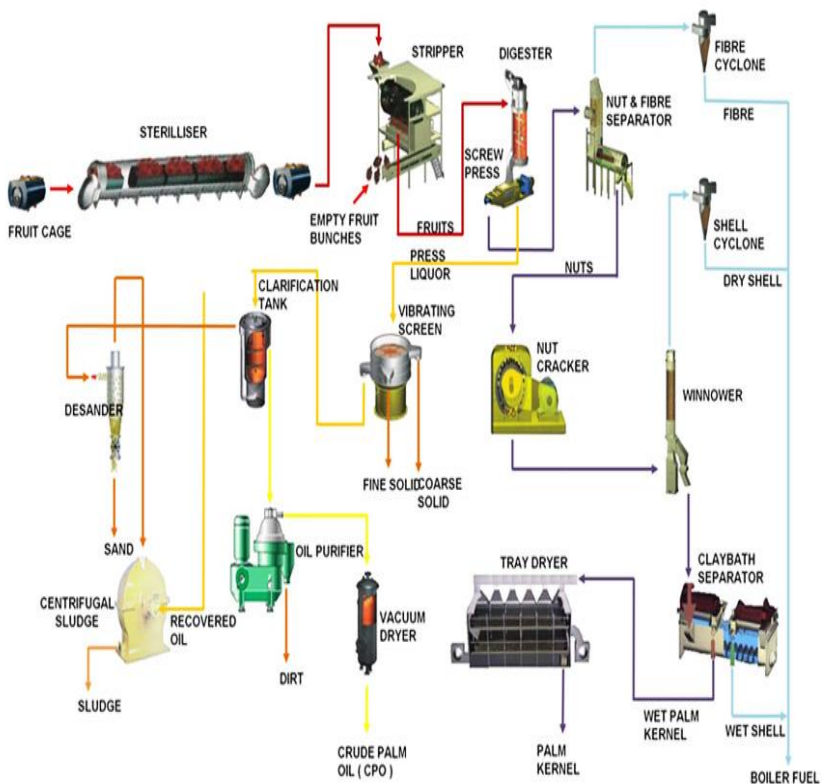
Pada bab penutup akan dibahas dua hal yaitu, yang pertama kesimpulan dari analisa yang dilakukan pada bab IV dan yang kedua berisi saran dari penulis.

### **1.6 Relevansi**

Tugas akhir ini dapat bermanfaat pada dunia industri karena kecepatan dalam pembuatan pabrik kelapa sawit agar pabrik bias dengan cepat merancang *ladder* di PLC dan mendapatkan banyak keuntungan.

## BAB 2

Pada bab ini membahas tentang teori dasar dari setiap bagian pada sistem *crude palm oil (CPO) process* yang diperlukan guna membantu penyelesaian dalam mengerjakan tugas akhir ini. Pada bab ini dijelaskan mengenai penunjang untuk memahami sistem pada *Crude palm oil process*.



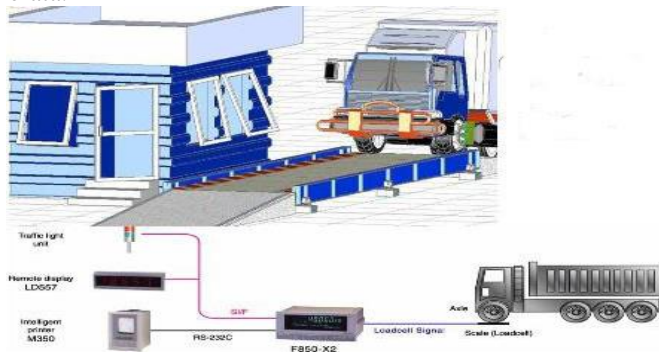
**Gambar 2.1** Flow Proses Pembuatan Minyak Kelapa Sawit

## 2.1 Proses Pengolahan Minyak Kelapa Sawit

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai proses-proses yang terdapat pada pengolahan minyak kelapa sawit. Adapun proses-prosesnya adalah seperti dibawah ini:

### 2.1.1 Jembatan Timbang [1]

Penimbangan dilakukan dua kali untuk setiap angkutan tandan buah segar (TBS) yang masuk ke pabrik, yaitu pada saat masuk (berat truk dan TBS) serta pada saat keluar (berat truk). Dari selisih timbangan saat truk masuk dan keluar, diperoleh berat bersih TBS yang masuk ke pabrik. Umumnya, jembatan timbang yang digunakan biasanya berkapasitas 30-40 ton. Jembatan timbang tersebut dioperasikan secara mekanis maupun elektronis. Truk yang keluar-masuk ke jembatan timbang harus berjalan perlahan-lahan sebab perangkat elektronik dari jembatan timbang sangat sensitif terhadap beban kejut. Pada saat penimbangan, posisi truk harus berada di tengah agar beban yang dipikul merata.



**Gambar 2.2** Jembatan Timbang

### 2.1.2 Loading ramp [1]

TBS yang telah ditimbang di jembatan timbang selanjutnya dibongkar di loading ramp dengan menuang (*dump*) langsung dari truk. Loading ramp merupakan suatu bangunan dengan lantai berupa kisi-kisi pelat besi berjarak 10 cm dengan kemiringan  $45^{\circ}$ . Kisi-kisi tersebut berfungsi untuk memisahkan kotoran berupa pasir, kerikil dan sampah yang terikut dalam TBS. Loading ramp dilengkapi dengan pintu-pintu keluaran yang digerakkan secara



hidrolis sehingga memudahkan dalam pengisian TBS ke dalam lori untuk proses selanjutnya. Setiap lori dapat dimuat dengan 2,50 – 2,75 ton TBS (lori kecil) dan 4,50 ton TBS (lori besar).



**Gambar 2.3** *Loading Ramp*

#### 2.1.3 *Transfer Carriage*

Berfungsi untuk memindahkan lori dari suatu proses menuju proses selanjutnya. Jadi pada tahap ini lori yang berisi TBS dari lintasan loading ramp menuju lintasan rel sterilizier. Jika pada saat keadaan transfer carriage rusak atau buah yang diangkut tidak bagus sehingga operator akan menekan tombol switch yang berguna untuk memindahkan lori tersebut menuju line maintenance dengan menggunakan transfer carriage. Saat dalam keadaan baik antara lori dan buah yang diangkut maka, lori akan dilanjutkan menuju proses sterilizer cage sehingga switch default tidak perlu diubah.



**Gambar 2.4** *Transfer Carriage*

#### **2.1.4 Sterilizer Cage [1]**

Lori-lori yang telah berisi TBS dikirim ke stasiun rebusan dengan cara ditarik menggunakan capstand yang digerakkan oleh motor listrik hingga sterilizer. Sterilizer yang banyak digunakan umumnya yaitu bejana tekan horizontal yang bisa menampung 10 lori per unit (25 – 27 ton TBS). Dalam proses perebusan, TBS dipanaskan dengan uap pada temperatur sekitar  $135^{\circ}\text{C}$  dan tekanan  $2,0 - 2,8\text{ kg/cm}^2$  selama 80 – 90 menit. Proses perebusan dilakukan secara bertahap dalam tiga puncak tekanan agar diperoleh hasil yang optimal.

Setiap pengolahan kelapa sawit tentunya menginginkan hasil minyak dengan kualitas yang baik, tingkat keasaman yang rendah, dan minyak yang mudah dipucatkan (bleaching). Proses perebusan sangat menentukan kualitas hasil pengolahan pabrik kelapa sawit. Tujuan dari proses perebusan tandan buah segar yaitu:

1. Menghentikan perkembangan asam lemak bebas (ALB) atau free fatty acid (FFA).

Perkembangan asam lemak bebas terjadi akibat kegiatan enzim yang menghidrolisis minyak. Menghentikan kegiatan enzim tersebut sebenarnya cukup dengan perebusan hingga temperatur  $50^{\circ}\text{C}$  selama beberapa menit. Namun, jika ditinjau dari proses pengolahan selanjutnya, perebusan harus dilakukan dengan temperatur yang lebih tinggi.

2. Memudahkan pemipilan.

Untuk melepaskan brondolan (spikelets fruit) dari tandan secara manual, sebenarnya cukup dengan merebus dalam air mendidih. Namun, cara ini tidak memadai. Oleh karenanya, diperlukan uap jenuh bertekanan agar diperoleh temperatur yang semestinyadi bagian dalam tandan buah.

3. Penyempurnaan dalam pengolahan.

Selama proses perebusan, kadar air dalam buah akan berkurang karena proses penguapan. Dengan berkurangnya air, susunan daging buah (pericarp) berubah. Perubahan tersebut memberikan efek positif, yaitu mempermudah pengambilan minyak selama proses pengempaan (pressing) dan mempermudah pemisahan minyak dari zat nonlemak (non-oil solid). Pada saat yang sama, sel-sel minyak akan pecah dan berada dalam keadaan bebas pada saat pengeluaran uap perebusan (puncak ketiga). Dalam hal ini,

senyawa protein merupakan cairan emulsi yang berbeda sehingga lapisan minyak lebih mudah dipisahkan saat proses pemurnian. Secara keseluruhan, akibat penguapan sebagian air dari daging buah – kemungkinan kehilangan minyak dalam serabut maupun dalam lumpur buangan (sludge) pada proses pemurnian – dapat ditekan.

#### 4. Penyempurnaan dalam proses pengolahan inti sawit.

Hal utama yang dihadapi pada proses pengolahan inti sawit yaitu sifat lekat dari inti sawit terhadap cangkangnya. Dengan proses perebusan, kadar air dalam biji akan berkurang sehingga daya lekat inti terhadap cangkangnya menjadi berkurang.



**Gambar 2.5** *Sterilizer Cage*

#### 2.1.5 ***Tippler*** [1]

*Tippler* merupakan suatu komponen yang berfungsi untuk menuangkan buah yang telah direbus didalam lori ke-proses selanjutnya. Pada prosesnya, diperlukan *Transfer Carriage 2* untuk memnindahkan lori menuju *Tippler*. *Transfer Carriage 2* mempunyai cara kerja yang sama dengan *Transfer Carriage 1*, yang mana komponen ini mampu berpindah dengan dua pilihan yaitu ke rel proses selanjutnya dan ke rel *Maintenance*. *Tippler* sendiri akan aktif apabila sensor detektor 7 aktif.



**Gambar 2.6** *Tippler* Pengolahan Kelapa Sawit

#### **2.1.6 *Bunch Conveyor***

*Bunch Conveyor* atau biasa disebut dengan *Horizontal Bunch Conveyor*. Komponen ini bertugas membawa buah hasil rebusan yang telah dituang dari *tippler*. *Bunch conveyor* memiliki spesifikasi yaitu, tingkat kekuatan pengereman *Bunch Conveyor* sebesar 66720 Newton, Bilah baja ringan *Bunch Conveyor* sebesar 5 mm dari konstruksi yang dilas, *Bunch Conveyor* didukung dengan saluran baja ringan sebesar 100mm. Sensor beban TBS *Bunch Conveyor* aktif mengaktifkan *Bunch Conveyor*. .



**Gambar 2.7** *Bunch conveyor* Pengolahan Kelapa Sawit

#### **2.1.7 *Thresher* [1]**

TBS berikut lori yang telah direbus dikirim ke bagian pemipilan dan dituangkan ke alat pemipil (*thresher*) dengan bantuan dari *transfer carriage*. Proses pemipilan terjadi akibat tromol berputar

pada sumbu mendatar yang membawa TBS ikut berputar sehingga membanting-banting TBS tersebut dan menyebabkan brondolan lepas dari tandannya. Pada bagian dalam pemipil, dipasang batang-batang besi perantara sehingga membentuk kisi-kisi yang memungkinkan brondolan keluar dari pemipil. Brondolan yang keluar dari bagian bawah pemipil dan ditampung oleh *screw conveyor* untuk dikirim ke bagian *digesting* dan *pressing*. Sementara, tandan kosong yang keluar dari bagian belakang pemipil ditampung oleh *elevator*.



**Gambar 2.8** *Thresher Station* Pengolahan Kelapa Sawit

#### **2.1.8 Elevator**

Buah yang telah terlepas dari tandannya akan menuju ke *Distributing Conveyor* dengan menggunakan bantuan dari *Elevator*. Dalam *Conveyor* jenis *elevator* ini, terdapat pilah-pilah besi pada bagian *line conveyor* yang berbentuk cembung kebawah. Akibat desain itulah maka, buah mampu diangkut menuju keatas. *Elevator* akan aktif apabila *Sensor Beban TBS Fruit Elevator* aktif.



**Gambar 2.9** Elevator Pengolahan Kelapa Sawit

#### **2.1.9 Fruit Distributing Conveyor**

*Fruit distributing Conveyor* berguna untuk membawa buah-buah sawit menuju proses *Digester*. Pada bagian *conveyor* ini terdapat komponen spiral yang ukurannya sebesar diameter lengkungan pada *conveyor*. Kemudian panjang dari spiral pada *conveyor* sepanjang *conveyor* itu sendiri. Spiral mampu mendorong buah-buah sawit untuk berjalan ke proses selanjutnya. *Fruit Distributing conveyor* akan aktif apabila *Sensor Beban TBS Fruit Distributing Conveyor* aktif.



**Gambar 2.10** Fruit Distributing Conveyor CPO

#### **2.1.10 Digester [1]**

Brondolan yang telah terpipil dari stasiun pemipilan diangkut ke bagian pengadukan/pencacahan (*digester*). Alat yang digunakan untuk pengadukan/pencacahan berupa sebuah tangki vertikal yang dilengkapi dengan lengan-lengan pencacah di bagian dalamnya.

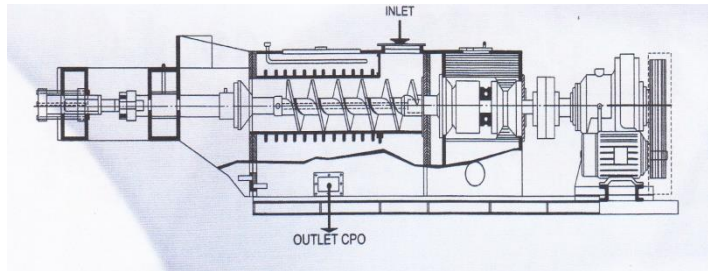
Lengan-lengan pencacah ini diputar oleh motor listrik yang dipasang di bagian atas dari alat pencacah (*digester*). Putaran lengan-lengan pengaduk berkisar 25-26 rpm. Tujuan utama dari proses *digesting* yaitu mempersiapkan daging buah untuk pengempaan (*pressing*) sehingga minyak dengan mudah dapat dipisahkan dari daging buah dengan kerugian yang sekecil-kecilnya. Brondolan yang telah mengalami pencacahan akan keluar melalui bagian bawah *digester* dalam bentuk bubur.



**Gambar 2.11** *Digester* Pengolahan Kelapa Sawit

#### **2.1.11 Screw Press [1]**

Hasil cacahan dari digester akan langsung masuk ke alat pengempaan yang berada persis di bagian bawah *digester*. Pada pabrik kelapa sawit, umumnya digunakan *screw press* sebagai alat pengempaan untuk memisahkan minyak dari daging buah. Proses pemisahan minyak terjadi akibat dari putaran *screw* yang mendesak bubur buah, sedangkan dari arah berlawanan tertahan oleh *sliding cone*. *Screw* dan *sliding cone* ini berada di dalam sebuah lubang baja yang disebut *press cage*, yang mana dindingnya berlubang-lubang pada seluruh permukaannya. Dengan demikian, minyak dari bubur buah yang terdesak ini akan keluar melalui lubang-lubang *press cage*, sedangkan ampasnya akan keluar melalui celah antara *sliding cone* dan *press cage*. Selama proses pengempaan ini berlangsung, air panas ditambahkan ke dalam *screw press*. Hal ini bertujuan untuk pengenceran (*dillution*) sehingga massa bubur buah yang dikempa tidak terlalu rapat.



**Gambar 2.12** *Screw Press* Pengolahan Kelapa Sawit

### 2.1.12 *Sand Trap*

*Sand Trap* adalah suatu komponen yang digunakan untuk mengendapkan pasir pada bagian dasar *Tank Sand Trap*. Pada bagian dalam *Tank Sand Trap* terdapat komponen *Heater* yang berguna untuk menghilangkan sediment pada minyak sawit. Komponen *Sand Trap* akan aktif apabila sensor *Low Level Sandtrap* aktif. Pada bagian bawah *Tank Sand Trap* terdapat katup yang berguna untuk membuang pasir yang telah mengendap. Pada bagian *Sand Trap* terdapat saluran yang digunakan untuk mengalirkan minyak ke proses selanjutnya.



**Gambar 2.13** *Sand Trap* Pengolahan Kelapa Sawit

### 2.1.13 *Vibrating Screen*

*Vibrating Screen* adalah komponen yang mampu menyaring hasil *non oil* (bukan minyak) agar tidak diteruskan ke proses selanjutnya. Hasil *non oil* terdiri dari sampah, dan serat fiber. Pada bagian dalam *Vibrating Screen* terdapat penyaring, motor. Motor pada *Vibrating Screen* berguna untuk membuat instrumen



*Vibrating Screen* bergetar. Getaran pada *Vibrating Screen* berguna untuk mempermudah minyak melewati penyaringan secara lancar. Motor pada *Vibraing Screen* akan aktif akibat dari sensor *Medium Level Sand Trap* aktif.



**Gambar 2.14** *Vibrating Screen* Pengolahan Kelapa Sawit

#### **2.1.14** *Crude Oil Tank*

*Crude Oil Tank* merupakan suatu komponen yang berfungsi untuk menampung minyak yang telah di proses pada *Vibrating Screen*. Pada bagian dalam *Crude Oil Tank* terdapat pemanas *Steam* yang digunakan untuk membuat minyak tetap dalam keadaan yang kental. Pemanas *Steam* pada *Crude Oil Tank* akan aktif apabila *Low Level Crude Oil Tank* aktif.



**Gambar 2.15** *Crude Oil Tank* Pengolahan Kelapa Sawit

#### **2.1.15 *Desanding Cyclone***

*Desanding Cyclone* adalah suatu komponen yang berfungsi untuk memisah pasir dengan minyak dengan cara diaduk dengan kecepatan tinggi. Bagian minyak akan berputar dan naik ke atas, dan bagian pasir akan berkumpul dan mengalir ke bagian bawah *desanding cyclone*. Pada bagian dalam *Desanding Cyclone* juga terdapat komponen yang berfungsi untuk mengalirkan minyak yang ada pada *Crude Oil Tank*. *Desanding Cyclone* akan aktif apabila sensor *High Level Crude Oil Tank* aktif.



**Gambar 2.16** *Desanding Cyclone* Pengolahan Kelapa Sawit

#### **2.1.16 *Decanter Feed Tank***

*Decanter Feed Tank* adalah komponen yang berfungsi untuk menampung minyak sawit yang telah melalui proses *Desanding Cyclone*. Minyak sawit yang telah ditampung pada *Decanter Feed Tank*, akan diteruskan pada proses *Decanter Centrifugal*. Pada bagian *Decanter Feed Tank* terdapat pompa atau *pump*, yang akan aktif apabila sensor *Level Collection Tank* aktif.

#### **2.1.17 *Decanter Centrifugal***

*Decanter Centrifugal* adalah komponen yang mampu memisahkan kandungan yang terdapat pada minyak kelapa sawit menjadi 3 bagian yaitu kandungan air, kandungan minyak dan kandungan benda padat. Dalam *Decanter Centrifugal* terdapat spiral yang berguna untuk memisahkan kandungan cairan dengan kandungan benda padat. Kandungan minyak dan kandungan air akan terpisah secara alamiah dan memasuki saluran-saluran

masing pada *Decanter Centrifugal*. *Decanter Centrifugal* akan aktif apabila sensor *Level Collection Tank* aktif.



**Gambar 2.17** *Decanter Centrifugal* Pengolahan Kelapa Sawit

#### **2.1.18 Vacuum Drier**

Untuk mengurangi tingkat kelembaban yang ada pada buah sawit maka digunakanlah komponen bernama *Vacuum Drier*. Karena *Vacuum Drier* mampu mengurangi tingkat kelembaban suatu kandungan dengan cara di alirkan uap (*steam*). Akibat dari gravitasi yang ada maka secara otomatis kandungan air yang terdapat pada minyak sawit akan terbuang secara otomatis. *Vacuum Drier* akan aktif akibat sensor *Level Collection Tank* aktif.



**Gambar 2.18** *Vacuum Drier* Pengolahan Kelapa Sawit

#### **2.1.19 Oil Storage Tank**

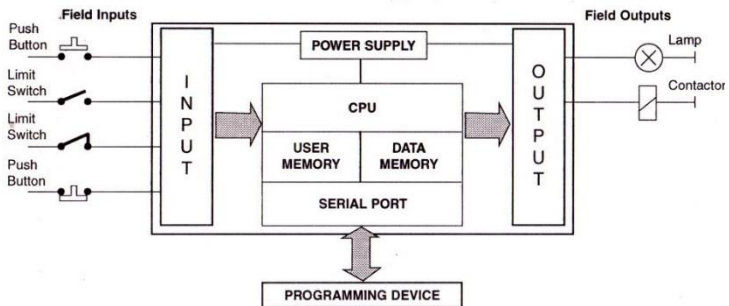
*Oil Storage Tank* merupakan tangki yang digunakan untuk menyimpan minyak kelapa sawit yang siap didistribusikan kepada konsumen. Pada tangki *Oil Storage Tank* minyak disimpan sampai ada permintaan dari suatu konsumen untuk membelinya.



**Gambar 2.19** *Oil Storage Tank*

## **2.2 Programmable Logic Control (PLC)**

Sebuah PLC (*Programmable Logic Controller*) adalah sebuah alat yang digunakan untuk menggantikan rangkaian sederetan *relay* yang ada pada sistem kontrol konvensional. PLC bekerja dengan cara mengamati masukan (melalui sensor), kemudian melakukan proses dan melakukan tindakan sesuai yang dibutuhkan, berupa menghidupkan atau mematikan keluaran. Program yang digunakan adalah berupa *ladder diagram* yang kemudian harus dijalankan oleh PLC. Dengan kata lain PLC menentukan aksi apa yang harus dilakukan pada instrumen keluaran yang berkaitan dengan status suatu ukuran atau besaran yang diamati. Proses yang di kontrol ini dapat berupa regulasi variabel secara kontinyu seperti pada sistem - sistem servo, atau hanya melibatkan kontrol dua keadaan (on/off) saja, tetapi dilakukan secara berulang-ulang seperti umum dijumpai pada mesin pengeboran, sistem konveyor dan lain sebagainya. Untuk diagram blok PLC dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



**Gambar 2.20** Diagram Blok PLC

### 2.2.1 Central Processing Unit

CPU mengendalikan dan mengawasi operasi dalam PLC. Melakukan intruksi yang sudah terprogram dalam memori. Jalur komunikasi internal atau bus sistem membawa informasi dari dan ke CPU, memory dan I/O unit dibawah kontrol CPU. CPU diatur oleh frekwensi clock dari kristal waktu eksternal atau isolator RC, biasanya antara 1 – 8 MHz tergantung dari mikroprosesor yang digunakan dan arena penggunaannya. *Clock* menggambarkan kecepatan dari operasi PLC dan menyediakan pewaktu atau sinkronisasi untuk berbagai elemen sistem. Pada dasarnya semua PLC saat ini menggunakan mikro sebagai sistem CPU. Dalam beberapa PLC tipe besar menggunakan mikroprosesor tambahan untuk mengontrol penggunaan waktu yang kompleks. Prosesor dari PLC menyimpan dan menjalankan program untuk menjalankan prosesor harus menyimpan kondisi I/O yang terbaru. Kondisi *input* disimpan dalam *input* tabel yang merupakan bagian dari memori prosesor. Setiap satu modul *input* dibagian I/O telah ditentukan satu lokasi tersendiri dalam *input* image tabel untuk mencatat kondisi akhir *Output*. Kondisi *Output* tentunya berbeda dari keadaan *input* dengan memperhatikan arah aliran informasi.

### 2.2.2 Memori

Memori merupakan tempat penyimpanan data sementara dan tempat menyimpan program yang harus dijalankan, dimana program tersebut merupakan hasil terjemahan dari *ladder diagram* yang dibuat oleh *user*. Sistem memori pada PLC juga mengarah pada teknologi *flash memory*. Dengan menggunakan *flash memory* maka akan sangat mudah bagi pengguna untuk melakukan *programming* maupun *reprogramming* secara berulang-ulang. Selain itu pada *flash memory* juga terdapat EPROM yang dapat dihapus berulang-ulang. Sistem memori dibagi dalam blok-blok dimana masing-masing blok memiliki fungsi sendiri-sendiri. Beberapa bagian dari memori digunakan untuk menyimpan status dari *input* dan *Output*, sementara bagian memori yang lain digunakan untuk menyimpan variabel yang digunakan pada program seperti nilai *timer* dan *counter*. PLC memiliki suatu rutin kompleks yang digunakan untuk memastikan memori PLC tidak rusak. Hal ini dapat dilihat lewat lampu indikator pada PLC.

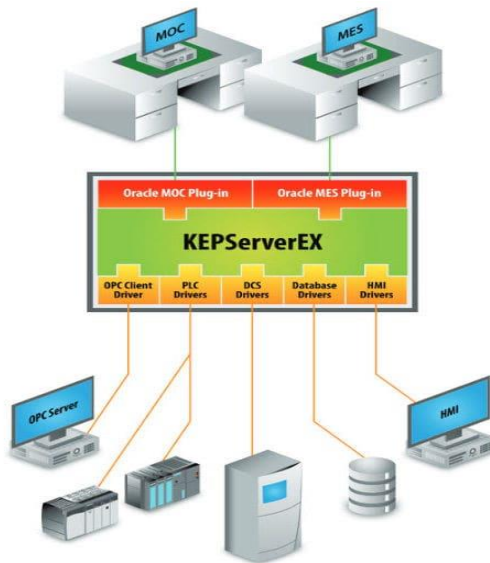
### 2.2.3 Modul I/O

Unit *input/Output* merupakan perantara antara mikroelektrik PLC dengan dunia luar. Oleh karena itu diperlukan suatu rangkaian pengkondisian sinyal dan isolasi. Hal ini memungkinkan PLC untuk dihubungkan langsung pada aktuator proses dan transduser tanpa memerlukan sirkuit perantara. Untuk membuat pengkonversian sinyal dari PLC tersedia pilihan *input/Output* unit untuk berbagai keperluan. Ini merupakan bentuk standar dari berbagai saluran I/O yang diisolasi secara elektrik dari proses kontrol menggunakan opto isolator I/O modul. Pada semua PLC yang I/O poinnya diletakkan pada suatu tempat, semua *input* dari suatu tipe dan *output* sama. Ini karena *supply* dari pembuatannya adalah untuk fungsi standar dengan tujuan yang lebih ekonomis. Dalam banyak kasus, unit I/O ini didesain dengan tujuan untuk memudahkan hubungan proses antara transduser dengan aktuator ke PLC. Untuk tujuan ini semua PLC dibuat dengan terminal standar atau soket pada tiap – tiap I/O, memudahkan dan menyederhanakan pemasangan serta penggantian I/O card yang *error*. Masing – masing I/O poin mempunyai *address*

tersendiri atau nomor saluran yang digunakan selama pengembangan program untuk menentukan pengawasan *input* atau *Output* dalam program. Indikasi kondisi dari saluran I/O dilakukan dengan LED dalam PLC. Dengan adanya led dalam I/O unit ini membuatnya mudah dalam pengawasan I/O PLC.

### 2.3 OPC KepserverEX

KEPserverEX merupakan perangkat lunak keluaran Kepware yang berfungsi sebagai OPC *server* sekaligus OPC *client*. Sebelum masuk ke tutorial alangkah baiknya kita berkenalan dulu dengan OPC. OPC sendiri merupakan suatu kepanjangan dari *OLE for Process Control*. OPC adalah sebuah standar industri untuk antar konektivitas sistem. Yayasan OPC (*OPC Foundation*) mengatur semua spesifikasi OPC. OPC menggunakan teknologi COM dan DCOM-nya Microsoft untuk membolehkan suatu aplikasi menukar-nukar data dengan satu atau lebih komputer melalui arsitektur TCP/IP. Tujuan dari OPC adalah menyediakan sebuah infrastruktur standar untuk pertukaran data dan proses kontrol . Misalnya, pabrik biasanya memiliki berbagai macam sumber data seperti PLC, DCS, basisdata, meteran, RTU dan lain sebagainya. Data-data ini tersedia melalui berbagai macam koneksi yang berbeda-beda, misalnya, serial, ethernet, atau bahkan melalui pemancar radio. Sedangkan aplikasi kontrol prosesnya bisa menggunakan berbagai macam sistem operasi yang berbeda, seperti windows, UNIX, DOS, atau VMS. Jadi intinya OPC merupakan suatu standar suatu teknologi yang memungkinkan kita mengambil suatu data dalam berbagai bentuk (serial, ethernet, RF, dll) tidak tergantung pada *vendor* manapun dan menampungnya dalam suatu komputer yang disebut OPC *server*. Dan data tersebut dapat diakses melalui OPC *client* untuk dapat diolah dan ditampilkan misalnya ke HMI. Dibawah ini merupakan gambar dari salah satu OPC yaitu KEPServerEX.



**Gambar 2.11** Diagram KepserverEx

## 2.4 Wonderware

Pada dasarnya Wonderware InTouch adalah *software Human Machine Interface* (HMI) yg dilengkapi dengan fitur dasar SCADA *software*. Untuk menggunakan wonderware intouch ada 3 komponen penyusun utama yg harus diketahui yaitu :

1. *Intouch application manager*: merupakan bagian dari *software* wonderware intouch yang berfungsi untuk mengorganisasikan aplikasi yang akan dibuat.
2. *Intouch window maker*: suatu *development environment* dari intouch, kita dapat membuat halaman-halaman HMI dengan grafik yang *object-oriented* untuk menciptakan layar tampilan yang dapat bergerak dan dapat menerima masukan dari pengguna.
3. *Intouch window viewer*: suatu *runtime environment* yang dapat menampilkan layar grafik yang telah dibuat pada *window maker*.



Aplikasi Wonderware mampu menampilkan data-data dari setiap sensor yang diletakan pada perangkat keras PLC. Nilai tersebut akan diterima oleh komponen PLC. Setelah komponen PLC berhasil menerima data, maka selanjutnya PLC akan mengirimkan data tersebut kepada komponen komputer. Komputer akan mendeteksi aktifitas dari setiap *port* pada komputer. Gambar dari *software* wonderware dapat dilihat dibawah ini.



**Gambar 2.12** Tampilan *Software* Wonderware

## 2.5 Metode Cascade

Metode cascade merupakan metode penyusunan *ladder diagram* PLC yang dipakai dalam tugas akhir ini. Dalam metode ini terdapat beberapa aturan yang harus diikuti. Dalam suatu urutan proses (A, B, C, D) dibagi menjadi grup – grup berdasarkan aturan tertentu. Adapun aturannya yaitu : grup baru akan dibuat dan aktif bila perlu untuk merubah sinyal *Output* urutan (A+ ke A- atau sebaliknya). Dengan kata lain *Output* akan aktif selama grupnya aktif. Penting untuk diketahui bahwa sinyal *Output* dalam satu grup tidak boleh

ada yang sama namanya dengan nilai/tanda yang berbeda misal A+ tidak boleh satu grup dengan A-. Tahapan metode cascade yaitu:

1. Membuat sekuen
2. Pengelompokan sekuen
3. Membuat *switching function*
4. Penyusunan *ladder diagram*

## BAB 3

Dari teori penunjang yang didapat, selanjutnya dilakukan langkah perancangan sistem pada Tugas Akhir ini.

### 3.1 Perumusan Sistem

Agar memudahkan didalam memahami langkah-langkah kerja mengenai proses pembuatan *Crude Palm Oil*. Yang dilakukan pertama kali adalah mengetahui semua komponen-komponen utama yang terdapat dalam sistem berikut, yaitu sensor dan aktuator yang digunakan pada prosesnya. Oleh sebab itulah dimuat gambar dan penjelasan dari komponen sensor (*input*) maupun aktuator (*Output*) untuk mempermudah pemahaman. Tabel 3.1 berikut adalah penjelasan mengenai beberapa komponen *input Crude Palm Oil Process*.

**Tabel 3.1** *Input Sistem*

No	Nama	Tag	Fungsi
1	Tombol Start	PB_START	Untuk memulai crude palm oil process
2	Lori <i>Detector</i> 1	X1	Memberikan sinyal bahwa terdapat lori pada <i>Line</i> 1
3	TBS <i>Detector</i> 2	X2	Memberikan tanda terdapat TBS pada <i>Loading Ramp</i>
4	<i>Limit Switch</i> High HGLR	X3	Memberikan sinyal bahwa HGLR telah membuka maksimal
5	Sensor Beban <i>Scraper Conveyor</i>	X4	Memberikan sinyal bahwa terdapat TBS pada <i>Scraper Conveyor</i>
6	TBS <i>Detector</i> 1	X5	Memberikan tanda jika lori sudah terisi penuh sesuai kapasitasnya
7	<i>Limit Switch</i> Low HGLR	X6	Memberikan sinyal bahwa HGLR telah tertutup rapat
8	Lori <i>Detector</i> 2	X7	Memberikan sinyal

No	Nama	Tag	Fungsi
			bahwa terdapat lori pada <i>Transfer Carriage 1</i>
9	<i>Limit Switch Low Piston Hidrolik Line 1</i>	X8	Memberikan sinyal bahwa Hydraulic Piston <i>Line 1</i> sudah bergerak minimum
10	Pin <i>Locking 2</i> untuk TC1	X9	Memberikan tanda bahwa <i>Transfer Carriage 1</i> sudah terhubung dengan <i>Line 2</i> (Pin <i>Locking</i> )
11	Lori <i>Detector 3</i>	X10	Memberikan sinyal bahwa terdapat lori pada <i>Line 2</i>
12	<i>Limit Switch Low Piston Hidrolik Transfer Carriage 1</i>	X11	Memberikan sinyal bahwa Piston Hidrolik <i>Transfer Carriage 1</i> sudah bergerak minimum
13	Pin <i>Locking 1</i>	X12	Memberikan tanda bahwa <i>Transfer Carriage 1</i> sudah terhubung dengan <i>Line 1</i> (Pin <i>Locking</i> )
14	<i>Limit Switch 1</i>	X13	Memberikan tanda bahwa Pintu Depan <i>Sterilizer</i> sudah terbuka
15	Proximity End-Position <i>Connecting Rail Bridge 1</i>	X14	Memberikan tanda posisi akhir dari jalur <i>Connecting Rail Bridge 1</i>
16	Lori <i>Detector 4</i>	X15	Memberikan sinyal bahwa terdapat lori pada <i>Sterilizer Cage</i>
17	<i>Limit Switch Low Piston Hidrolik Line 2</i>	X16	Memberikan sinyal bahwa Piston Hidrolik <i>Line 2</i> sudah bergerak minimum
18	Proximity Start-Position	X17	Memberikan sinyal posisi awal pada

No	Nama	Tag	Fungsi
	<i>Connecting Rail Bridge 1</i>		<i>Connecting Rail Bridge 1</i>
19	<i>Limit Switch 2</i>	X18	Memberikan tanda bahwa Pintu Depan Sterilizer sudah tertutup
20	<i>Timer 1 Contact</i>	TIM1	
21	<i>Pressure Transmitter 1_1</i>	X19	Membaca tekanan di dalam Sterilizer Cages (tekanan mencapai 2.0 bar)
22	<i>Timer 2 Contact</i>	TIM2	
23	<i>Pressure Transmitter 1_2</i>	X20	Membaca tekanan di dalam Sterilizer Cages (tekanan mencapai 0.2 bar)
24	<i>Timer 3 Contact</i>	TIM3	
25	<i>Pressure Transmitter 1_3</i>	X21	Membaca tekanan di dalam Sterilizer Cages (tekanan mencapai 2.5 bar)
26	<i>Timer 4 Contact</i>	TIM4	
27	<i>Pressure Transmitter 1_4</i>	X22	Membaca tekanan di dalam Sterilizer Cages (tekanan mencapai 0.3 bar)
28	<i>Timer 5 Contact</i>	TIM5	
29	<i>Pressure Transmitter 1_5</i>	X23	Membaca tekanan di dalam Sterilizer Cages (tekanan mencapai 3.0 bar)
30	<i>Timer 6 Contact</i>	TIM6	
31	<i>Timer 7 Contact</i>	TIM7	
32	<i>Pressure Transmitter 1_6</i>	X24	Membaca tekanan di dalam Sterilizer Cages (tekanan mencapai 1.5 bar)
33	<i>Timer 8 Contact</i>	TIM8	
34	<i>Pressure Transmitter 1_7</i>	X25	Membaca tekanan di dalam Sterilizer Cages (tekanan mencapai 0 bar)
35	<i>Limit Switch 3</i>	X26	Memberikan tanda bahwa Sterilizer Cage Backdoor sudah terbuka

No	Nama	Tag	Fungsi
36	Proximity End-Position <i>Connecting Rail Bridge 2</i>	X27	Memberikan sinyal posisi akhir pada <i>Connecting Rail Bridge 2</i>
37	Lori <i>Detector 5</i>	X28	Memberikan sinyal bahwa terdapat lori pada <i>Transfer Carriage 2</i>
38	Proximity Start-Position <i>Connecting Rail Bridge 2</i>	X29	Memberikan sinyal posisi awal pada <i>Connecting Rail Bridge 2</i>
39	<i>Limit Switch 4</i>	X30	Memberikan tanda bahwa <i>Sterilizer Cage Backdoor</i> sudah tertutup
40	<i>Pin Locking 3</i>	X31	Memberikan tanda bahwa <i>Transfer Carriage 2</i> sudah terhubung dengan <i>Line 3 (Pin Locking)</i>
41	Lori <i>Detector 6</i>	X32	Memberikan sinyal bahwa terdapat lori pada <i>Line 3</i>
42	<i>Limit Switch Low Piston Hidrolik Transfer Carriage 2</i>	X33	Memberikan sinyal bahwa Piston Hidrolik <i>Transfer Carriage 2</i> sudah bergerak minimum
43	<i>Pin Locking 2</i> untuk TC2	X34	Memberikan tanda bahwa <i>Transfer Carriage 2</i> sudah terhubung dengan <i>Line 2 (Pin Locking)</i>
44	Lori <i>Detector 7</i>	X35	Memberikan sinyal bahwa terdapat lori pada <i>Trippler</i>
45	<i>Limit Switch High Tippler</i>	X36	Memberikan tanda bahwa <i>Trippler</i> sudah berputar 360 derajat
46	<i>Timer 9 Contact</i>	TIM9	
47	<i>Limit Switch Low Tippler</i>	X37	Memberikan tanda bahwa <i>Trippler</i> sudah berada pada

No	Nama	Tag	Fungsi
			posisi awal
48	Proximity End-Position <i>Line 3</i>	X38	Memberikan sinyal posisi akhir pada <i>Line 3</i> atau lori telah berada di Tippler
49	Sensor Beban <i>Bunch Conveyor</i>	X39	Membawa tandan buah segar menuju <i>Thresher</i>
50	<i>Fruit Detector 1</i>	X40	Memberikan sinyal bahwa terdapat tandan buah segar di dalam <i>Thresher</i>
51	Sensor Beban <i>Under Thresher Conveyor</i>	X41	Memberikan sinyal bahwa terdapat tandan buah segar yang telah rontok di atas <i>Under Thresher Conveyor</i>
52	Sensor Beban <i>Fruit Elevator</i>	X42	Memberikan sinyal bahwa terdapat tandan buah segar yang telah rontok di dalam <i>Elevator</i>
53	Sensor Beban <i>Conveyor</i>	X43	Memberikan sinyal bahwa terdapat tandan buah segar yang telah rontok di atas <i>Conveyor</i>
54	<i>Fruit Detector 2</i>	X44	Memberikan sinyal bahwa terdapat tandan buah segar di dalam <i>Digester</i>
55	<i>Fruit Detector 3</i>	X45	Memberikan sinyal bahwa terdapat tandan buah segar di dalam <i>Screw Press</i>
56	High Level <i>Digester Tank</i>	X46	Memberikan tanda bahwa <i>Digester Tank</i> telah terisi penuh
57	<i>Low Level Sand Trap Tank</i>	X47	Memberikan sinyal bahwa level minyak pada <i>Sand Trap</i> minimum

No	Nama	Tag	Fungsi
58	<i>Timer 10 Contact</i>	TIM10	
59	<i>Timer 11 Contact</i>	TIM11	
60	High Level Sand Trap Tank	X48	Memberikan sinyal bahwa level minyak pada Sand Trap maksimum
61	<i>Low Level Crude Oil Tank Tank</i>	X49	Memberikan sinyal bahwa level minyak pada Crude Oil Tank minimum
62	<i>High Level Crude Oil Tank</i>	X50	Memberikan sinyal bahwa level minyak pada Crude Oil Tank maksimum
63	<i>Sensor Level Collection Tank</i>	X51	Memberikan sinyal bahwa level minyak pada Level Collection Tank maksimum
64	<i>Sensor Level Decanter</i>	X52	Memberikan sinyal bahwa minyak telah berada pada <i>decanter</i>
65	<i>Sensor Level Vacuum Drier</i>	X53	Memberikan sinyal bahwa minyak telah berada pada <i>Vacuum Drier</i>
66	<i>Sensor High Level Vacuum Drier</i>	X54	Memberikan sinyal bahwa level minyak pada <i>Vacuum Drier</i> telah maksimum
67	<i>Sensor Level Oil Storage Tank</i>	X55	Memberikan sinyal bahwa minyak telah berada pada <i>Oil Storage Tank</i>
68	Mode Line Maintenance untuk TC1	X56	Memberikan tanda kepada <i>Transfer Carriage 1</i> untuk menuju <i>Line Maintenance 1</i>
69	<i>Pin Locking Line Maintenance 1</i>	X57	Memberikan tanda bahwa <i>Transfer Carriage 1</i> sudah terhubung dengan



No	Nama	Tag	Fungsi
			<i>Line Maintenance (Pin Locking) 1</i>
70	Lori <i>Detector 8</i>	X58	Memberikan sinyal bahwa terdapat lori pada <i>Line Maintenance 1</i>
71	<i>Proximity End-Position Line Maintenance 1</i>	X59	Memberikan sinyal posisi akhir pada <i>Line Maintenance 1</i>
72	<i>Limit Switch Low Piston Hidrolik Line Maintenance 1</i>	X60	Memberikan sinyal bahwa Piston Hidrolik <i>Line Maintenance 1</i> sudah bergerak minimum
73	Mode <i>Line Maintenance</i> untuk TC2	X61	Memberikan tanda kepada <i>Transfer Carriage 2</i> untuk menuju <i>Line Maintenance 2</i>
74	<i>Pin Locking Line Maintenance 2</i>	X62	Memberikan tanda bahwa <i>Transfer Carriage 2</i> sudah terhubung dengan <i>Line Maintenance (Pin Locking) 2</i>
75	Lori <i>Detector 9</i>	X63	Memberikan sinyal bahwa terdapat lori pada <i>Line Maintenance 2</i>
76	<i>Proximity End-Position Line Maintenance 2</i>	X64	Memberikan sinyal posisi akhir pada <i>Line Maintenance 2</i>
77	<i>Limit Switch Low Piston Hidrolik Line Maintenance 2</i>	X65	Memberikan sinyal bahwa Piston Hidrolik <i>Line Maintenance 2</i> sudah bergerak minimum
78	Saklar <i>end</i>	X66	Mematikan semua proses

Kemudian untuk bagian-bagian dari *Output Crude Palm Oil Process* dijelaskan pada tabel 3.2.

**Tabel 3.2 Output Sistem**

No	Nama	Tag	Fungsi
1	Piston Hidrolik <i>Lori Feeder</i>	Z1	Menarik lori masuk ke <i>Line 1</i>
2	Pintu Hidrolik <i>Loading Ramp</i>	Z2	Mengeluarkan TBS yang berada di <i>Loading Ramp</i> atau Apron
3	<i>Scraper Conveyor</i>	Z3	Berfungsi sebagai <i>Feeder</i> , membawa TBS dan menumpukannya pada lori-lori di <i>Line</i> .
4	Piston Hidrolik <i>Line 1</i>	Z4	Membawa lori-lori menuju <i>Transfer Carriage 1</i>
5	Motor <i>Transfer Carriage 1</i>	Z5	Memindahkan <i>Transfer Carriage 1</i>
6	Piston Hidrolik <i>Transfer Carriage 1</i>	Z6	Menggerakkan <i>Transfer Carriage 1</i> menuju <i>Line 2</i> atau <i>Line Maintenance</i>
7	Pintu Depan <i>Sterilizer</i>	Z7	Menutup bagian depan <i>Sterilizer Cage</i> agar tekanan dan suhu didalam <i>Cage</i> dapat terjaga
8	<i>Connecting Rail Bridge 1</i>	Z8	Menghubungkan <i>Line</i> di luar <i>Sterilizer Cage</i> dengan <i>Line</i> di dalam <i>Sterilizer Cage</i>
9	Piston Hidrolik <i>Line 2</i>	Z9	Mendorong lori-lori pada <i>Line Sterilizer (Line 2)</i>
10	Katup <i>Inlet Uap Panas</i>	Z10	Memasukkan uap ke dalam <i>Sterilizer Cage</i> (aerasi)
11	Katup Kondensat	Z11	Membuang <i>steam</i> saat proses sterilisasi untuk keperluan pengaturan besar tekanan uap ( <i>steam</i> ) saat proses
12	Katup Exhaust Uap Panas	Z12	Mempercepat pengosongan tekanan uap ( <i>steam</i> ) di dalam <i>Sterilizer Cage</i>
13	<i>Timer 1 Coil</i>	Z13	
14	<i>Timer 2 Coil</i>	Z14	
15	<i>Timer 3 Coil</i>	Z15	
16	<i>Timer 4 Coil</i>	Z16	
17	<i>Timer 5 Coil</i>	Z17	
18	<i>Timer 6 Coil</i>	Z18	
19	<i>Timer 7 Coil</i>	Z19	
20	<i>Timer 8 Coil</i>	Z20	
21	Pintu Belakang <i>Sterilizer</i>	Z21	Menutup bagian belakang <i>Sterilizer Cage</i> agar tekanan

No	Nama	Tag	Fungsi
			dan suhu didalam <i>Cage</i> dapat terjaga
22	<i>Connecting Rail Bridge 2</i>	Z22	Menutup Sterilizer <i>Cage</i> agar tekanan dan suhu didalam <i>Cage</i> dapat terjaga
23	<i>Motor Transfer Carriage 2</i>	Z23	Memindahkan <i>Transfer Carriage 2</i>
24	Piston Hidrolik <i>Transfer Carriage 2</i>	Z24	Menggerakkan Taransfer <i>Carriage 1</i> menuju <i>Line 3</i> atau <i>Line Maintenance</i>
25	Piston Hidrolik <i>Line 3</i>	Z25	Membawa lori-lori bergerak memasuki <i>tippler</i>
26	<i>Motor Tippler</i>	Z26	Berfungsi untuk menumpahkan TBS ke <i>Bunch Hopper</i> atau <i>Bunch Conveyor</i>
27	<i>Timer 9 Coil</i>	Z27	
28	<i>Bunch Conveyor</i>	Z28	Berfungsi untuk membawa TBS ke <i>Thresher Drum</i>
29	<i>Motor Thresher</i>	Z29	Menebah TBS agar terpisah antara buah sawit dengan janjangnya
30	<i>Under Thresher Conveyor</i>	Z30	Menampung buah sawit hasil <i>Thresher</i> dan membawa buah sawit ke <i>Elevator</i>
31	<i>Fruit Elevator</i>	Z31	Membawa buah sawit ke <i>Conveyor</i>
32	<i>Fruit Distributing Conveyor</i>	Z32	Berfungsi untuk membawa buah sawit menuju <i>Digester</i>
33	<i>Motor Blade dan String Digester</i>	Z33	Melumat buah sawit agar proses pemerasan buah sawit dapat optimal menghasilkan minyak
34	Katup Uap Panas <i>Digester Tank</i>	Z34	Berfungsi untuk mengalirkan uap panas ke <i>Digester Tank</i>
35	<i>Motor Screw Press</i>	Z35	Memeras buah sawit dan memisahkan antara minyak, nut dan fiber.
36	<i>Heater Sand Trap Tank</i>	Z36	Memanaskan suhu minyak pada <i>Sand Trap Tank</i> hingga 90°C
37	<i>Timer 10 Coil</i>	Z37	
38	Katup Pembuangan Pasir	Z38	Membuang endapan pasir pada <i>Sand Trap Tank</i>
39	<i>Timer 11 Coil</i>	Z39	
40	<i>Motor Oil Vibrating Screen</i>	Z40	Berfungsi untuk memisahkan <i>sludge &amp; pengotor padat</i>
41	<i>Steam Coil Crude Oil</i>	Z41	Memanaskan suhu minyak

No	Nama	Tag	Fungsi
	<i>Tank</i>		pada Crude Oil Tank hingga 95°C
42	<i>Desanding Pump</i>	Z42	Berfungsi untuk membawa <i>crude oil</i> menuju <i>Desanding Cyclone</i>
43	<i>Desanding Cyclone</i>	Z43	Berfungsi untuk <i>twice purification</i>
44	<i>Decanter Feed Pump</i>	Z44	Berfungsi untuk membawa oil ke <i>Decanter Feed Tank</i>
45	<i>Motor Decanter</i>	Z45	Berfungsi untuk <i>Centrifugal Separation</i>
46	<i>Reclaimed Oil Pump</i>	Z46	Berfungsi untuk membawa <i>light phase oil</i> ke <i>Oil Purifier Tank</i>
47	<i>Vacuum Drier</i>	Z47	Berfungsi untuk menghilangkan <i>moisture</i>
48	<i>Oil Transfer Pump</i>	Z48	Berfungsi untuk membawa <i>light phase oil</i> menuju <i>Oil Storage Tank</i>
49	Piston Hidrolik <i>Line Maintenance 1</i>	Z49	Membawa lori-lori di sepanjang <i>Line Maintenance</i>
50	Piston Hidrolik <i>Line Maintenance 2</i>	Z50	Membawa lori-lori di sepanjang <i>Line Maintenance</i>

### 3.1.1 Langkah Kerja Sistem

Saat semua komponen-komponen yang berada dalam *Crude Palm Oil Process* dijelaskan sebagai berikut, selanjutnya adalah memahami langkah-langkah atau proses mengenai pembuatan minyak kelapa sawit, mulai dari buah kelapa sawit dibawa menggunakan lori, sampai menjadi minyak kelapa sawit yang siap untuk dikirim ke pembeli. Setiap aksi pada masing-masing tahapan atau langkah proses dijelaskan dalam bentuk tabel sekuen. Tabel sekuen terdiri dari tiga kolom yaitu *state* atau urutan kerja, kemudian kolom kedua kondisi *input*, kemudian kolom ke 3 kondisi *Output*. Seperti pada **Tabel 3.3** Kondisi I/O Sistem Pengolahan Minyak Kelapa Sawit.

**Tabel 3.3** Kondisi I/O Sistem Pengolahan Minyak Kelapa Sawit

No	Kondisi Input	Kondisi Output
1	Tombol Start or, Pin Locking Line Maintenance 1 aktif or, Pin Locking 3 Aktif or, Pin Locking Line Maintenance 2 aktif	Piston Hidrolik Lori <i>Feeder</i> aktif

No	Kondisi Input	Kondisi Output
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lori <i>Detector</i> 1 aktif</li> <li>TBS <i>Detector</i> 2 aktif</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Piston Hidrolik Lori <i>Feeder</i> nonaktif</li> <li>Pintu Hidrolik <i>Loading Ramp</i> aktif</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Limit Switch</i> High HGLR aktif</li> <li>Sensor Beban <i>Scrapper</i> aktif</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Scrapper conveyor</i> aktif</li> <li>Pintu Hidrolik <i>Loading Ramp</i> nonaktif</li> </ul>
4	TBS <i>Detector</i> 1 aktif	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Scrapper conveyor</i> nonaktif</li> <li>Pintu Hidrolik <i>Loading Ramp</i> aktif</li> </ul>
5	<i>Limit Switch</i> Low HGLR aktif	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pintu Hidrolik <i>Loading Ramp</i> nonaktif</li> <li>Piston Hidrolik <i>Line 1</i> aktif</li> </ul>
6	Lori <i>Detector</i> 2 aktif	Piston Hidrolik <i>Line 1</i> nonaktif
7	<i>Limit Switch</i> Low Piston Hidrolik <i>Line 1</i> aktif	Motor <i>Transfer Carriage 1</i> aktif
8	Pin <i>Locking</i> 2 untuk TC1 aktif	<ul style="list-style-type: none"> <li>Motor <i>Transfer Carriage 1</i> nonaktif</li> <li>Piston Hidrolik <i>Transfer Carriage 1</i> aktif</li> </ul>
9	Lori <i>Detector</i> 3 aktif	Piston Hidrolik <i>Transfer Carriage 1</i> nonaktif
10	<i>Limit Switch</i> Low Piston Hidrolik <i>Transfer Carriage 1</i> aktif	Motor <i>Transfer Carriage 1</i> aktif (kembali menuju <i>Line 1</i> )
11	Pin <i>Locking</i> 1 aktif	Motor <i>Transfer Carriage 1</i> nonaktif (berhenti)
12	Lori <i>Detector</i> 3 aktif	Pintu Depan Sterilizer aktif (membuka)
13	<i>Limit Switch</i> 1 aktif	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Connecting Rail Bridge 1</i> aktif (bergerak masuk)</li> </ul>
14	<i>Proximity End-Position Connecting Rail Bridge 1</i> aktif	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Connecting Rail Bridge 1</i> nonaktif (berhenti)</li> <li>Piston Hidrolik <i>Line 2</i> aktif</li> </ul>
15	Lori <i>Detector</i> 4 aktif	Piston Hidrolik <i>Line 2</i> nonaktif
16	<i>Limit Switch</i> Low Piston Hidrolik <i>Line 2</i> aktif	<i>Connecting Rail Bridge 1</i> aktif (bergerak keluar)
17	<i>Proximity Start-Position</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Connecting Rail Bridge</i></li> </ul>

No	Kondisi Input	Kondisi Output
	<i>Connecting Rail Bridge</i> 1 aktif	1 nonaktif (berhenti) • Pintu depan Sterilizer aktif (menutup)
18	<i>Limit Switch</i> 2 aktif	Pintu depan Sterilizer nonaktif
19	<i>Limit Switch</i> 2 aktif	• Katup <i>Inlet</i> Uap aktif , • <i>Timer</i> 1 aktif
20	• <i>Pressure Transmitter</i> 1_1 aktif (2 bar) , • <i>Timer</i> 1 <i>Contact</i>	• Katup Kondensat aktif • Katup Exhaust Uap Panas aktif • Katup <i>Inlet</i> Uap nonaktif • <i>Timer</i> 2 aktif
21	• <i>Pressure Transmitter</i> 1_2 aktif (0.2 bar) • <i>Timer</i> 2 <i>Contact</i>	• Katup Kondensat nonaktif • Katup Exhaust Uap Panas nonaktif • Katup <i>Inlet</i> Uap aktif • <i>Timer</i> 3 aktif
22	• <i>Pressure Transmitter</i> 1_3 aktif (2.5 bar) • <i>Timer</i> 3 <i>contact</i>	• Katup Kondensat aktif • Katup Exhaust Uap Panas aktif • Katup <i>Inlet</i> Uap nonaktif • <i>Timer</i> 4 aktif
23	• <i>Pressure Transmitter</i> 1_4 aktif (tekanan mencapai 0.3 bar) • <i>Timer</i> 4 <i>Contact</i>	• Katup Kondensat nonaktif • Katup Exhaust Uap Panas nonaktif • Katup <i>Inlet</i> Uap aktif • <i>Timer</i> 5 aktif
24	• <i>Pressure Transmitter</i> 1_5 aktif (tekanan mencapai 3 bar) • <i>Timer</i> 5 <i>contact</i>	<i>Timer</i> 6 aktif ( <i>holding</i> )
25	<i>Timer</i> 6 <i>Contact</i>	• Katup <i>Inlet</i> Uap nonaktif • Katup Kondensat aktif • <i>Timer</i> 7 aktif
26	• <i>Timer</i> 7 <i>Contact</i> • <i>Pressure Transmitter</i> 1_6 aktif (1 bar)	• Katup Exhaust Uap Panas aktif • <i>Timer</i> 8 aktif
27	• <i>Timer</i> 8 <i>Contact</i> • <i>Pressure Transmitter</i> 1_7	• Katup Exhaust Uap Panas nonaktif

No	Kondisi Input	Kondisi Output
	aktif (0 bar)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Katup Kondensat nonaktif</li> </ul>
28	<i>Pressure Transmitter</i> 1_7 aktif (0 bar)	Pintu Depan Sterilizer dan Pintu Belakang Sterilizer aktif (membuka)
29	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Limit Switch</i> 1 aktif</li> <li><i>Limit Switch</i> 3 aktif</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Connecting Rail Bridge</i> 1 dan <i>Connecting Rail Bridge</i> 2 aktif (bergerak masuk)</li> <li>Pintu Depan Sterilizer dan Pintu Belakang nonaktif</li> </ul>
30	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proximity End-Position <i>Connecting Rail Bridge</i> 1 aktif</li> <li>Proximity End-Position <i>Connecting Rail Bridge</i> 2 aktif</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Connecting Rail Bridge</i> 1 dan <i>Connecting Rail Bridge</i> 2 nonaktif</li> <li>Piston Hidrolik <i>Line 2</i> aktif (maju)</li> </ul>
31	Lori <i>Detector</i> 5 aktif	Piston Hidrolik <i>Line 2</i> nonaktif
32	<i>Limit Switch</i> Low Piston Hidrolik <i>Line 2</i> aktif	<i>Connecting Rail Bridge</i> 1 dan <i>Connecting Rail Bridge</i> 2 aktif
33	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Proximity Start-Position</i> <i>Connecting Rail Bridge</i> 1 aktif</li> <li><i>Proximity Start-Position</i> <i>Connecting Rail Bridge</i> 2 aktif</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Connecting Rail Bridge</i> 1 dan <i>Connecting Rail Bridge</i> 2 nonaktif</li> <li>Pintu Depan Sterilizer dan Pintu Belakang aktif (menutup)</li> </ul>
34	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Limit Switch</i> 2 aktif</li> <li><i>Limit Switch</i> 4 aktif</li> </ul>	Pintu Depan Sterilizer dan Pintu Belakang nonaktif
35	Lori <i>Detector</i> 5 aktif	Motor <i>Transfer Carriage</i> 2 aktif
36	Pin <i>Locking</i> 3 aktif	<ul style="list-style-type: none"> <li>Motor <i>Transfer Carriage</i> 2 nonaktif</li> <li>Piston Hidrolik <i>Transfer Carriage</i> 2 aktif (maju)</li> </ul>
37	Lori <i>Detector</i> 6 aktif	<ul style="list-style-type: none"> <li>Piston Hidrolik <i>Transfer Carriage</i> 2 non aktif</li> </ul>
38	<i>Limit Switch</i> Low Piston Hidrolik <i>Transfer Carriage</i> 2 aktif	Motor <i>Transfer Carriage</i> 2 aktif (Kembali ke <i>Line 2</i> )

No	Kondisi Input	Kondisi Output
39	Pin <i>Locking</i> 2 untuk TC2 aktif	Motor <i>Transfer Carriage</i> 2 nonaktif
40	Lori <i>Detector</i> 6 aktif	Piston Hidrolik <i>Line</i> 3 aktif (maju)
41	Lori <i>Detector</i> 7 aktif	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Piston Hidrolik <i>Line</i> 3 nonaktif (mundur)</li> <li>• Motor Tippler aktif (berputar)</li> </ul>
42	<i>Limit Switch High</i> Tippler aktif	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor Tippler nonaktif</li> <li>• <i>Timer</i> 9 aktif</li> </ul>
43	<i>Timer</i> 9 <i>Contact</i>	Motor Tippler aktif (berputar balik)
44	<i>Limit Switch Low</i> Trippler aktif	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor Tippler nonaktif</li> <li>• Piston Hidrolik <i>Line</i> 3 aktif (maju)</li> </ul>
45	Proximity End-Position <i>Line</i> 3 aktif	Piston Hidrolik <i>Line</i> 3 nonaktif (mundur)
46	Sensor Beban <i>Bunch Conveyor</i> aktif	<i>Bunch Conveyor</i> aktif
47	<i>Fruit Detector 1</i> aktif	Motor <i>Thresher</i> aktif
48	Sensor Beban <i>Under Thresher Conveyor</i> aktif	<i>Under Thresher Conveyor</i> aktif
49	Sensor Beban <i>Fruit Elevator</i> aktif	<i>Fruit Elevator</i> aktif
50	Sensor Beban <i>Fruit Distributing Conveyor</i> aktif	<i>Fruit Distributing Conveyor</i> aktif
51	<i>Fruit Detector</i> 2 aktif	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor <i>Blade</i> dan <i>String Digester</i> aktif</li> <li>• Katup Uap panas <i>Digester tank</i> aktif</li> </ul>
52	<i>Fruit Detector</i> 3 aktif	Motor <i>Screw Press</i> aktif dan minyak mengalir menuju <i>sand trap via Oil Gutter</i>
53	<i>High level Digester Tank</i> aktif	Subproses 6&7 nonaktif
54	<i>Low level Sandtrap Tank</i>	<i>Heater Sand Trap Tank</i> aktif (menghilangkan <i>sediment &amp; solid impurities</i> ) & <i>Timer</i> 10 aktif
55	<i>Timer</i> 10 <i>Contact</i>	Katup pembuangan pasir aktif & <i>Timer</i> 11 Aktif
56	<i>Timer</i> 11 <i>contact</i>	Katup pembuangan pasir nonaktif & <i>Timer</i> 10 aktif
57	<i>High Level Sandtrap Tank</i> aktif	Motor <i>Oil Vibrating Screen</i> aktif dan minyak di tampung di <i>Crude Oil Tank (COT)</i>
58	<i>Low Level Crude Oil Tank</i> aktif	<i>Steam Coil Crude Oil Tank</i> aktif



No	Kondisi Input	Kondisi Output
59	<i>High Level Crude Oil Tank</i> aktif	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Desanding Pump</i> aktif</li> <li>• <i>Desanding Cyclone</i> Aktif, melewati CST(<i>Continuous Settling Tank</i>)</li> </ul>
60	<i>Sensor Level Collection Tank</i> Aktif	<i>Decanter Feed Pump</i> aktif
61	<i>Sensor Level decanter</i> aktif	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Motor Decanter</i> aktif</li> <li>• <i>Reclaimed Oil Pump</i> aktif</li> </ul>
62	<i>Sensor Level vacuum drier</i> aktif	<i>Vacuum Drier</i> aktif
63	<i>Sensor High Level Vacuum Drier</i> aktif	<i>Oil Transfer Pump</i> aktif
64	<i>Sensor Level oil storage</i> aktif	Seluruh subproses nonaktif

**Tabel 3.4** Kondisi I/O Sistem Pengolahan Minyak Kelapa Sawit Ketika Tombol *Maintenance* di Tekan

State	Kondisi Input	Kondisi Output
<b>Jika Mode <i>Line Maintenance</i> untuk TC1 aktif</b>		
1	Tombol Start or,	Piston Hidrolik Lori <i>Feeder</i> aktif
	Pin <i>Locking Line Maintenance</i> 1 aktif or,	
	Pin <i>Locking</i> 3 Aktif	
2	Mode <i>Line Maintenance</i> untuk TC1 aktif	Motor <i>Transfer Carriage</i> 1 aktif dan bergerak maju ke <i>Park Maintenance</i>
3	Pin <i>Locking Line Maintenance</i> 1 aktif	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor <i>Transfer Carriage</i> 1 nonaktif</li> <li>• <i>Hydraulic Piston Transfer Carriage</i> 1 aktif</li> </ul>
4	Lori <i>Detector</i> 8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Hydraulic Piston Transfer Carriage</i> 1 non aktif</li> <li>• <i>Hydraulic Piston Line Maintenance</i> 1 aktif</li> </ul>
5	<i>Proximity End-Position Lindetece Maintenance</i> aktif	<i>Hydraulic Piston Line Maintenance</i> 1 nonaktif
6	<i>Limit Switch Low Hydraulic Piston Line Maintenance</i> 1	Motor <i>Transfer Carriage</i> 1 aktif (kembali menuju <i>Line</i> 1)
7	Pin <i>Locking</i> 1	Motor <i>Transfer Carriage</i> 1 nonaktif (berhenti)
<b>Jika Mode <i>Line Maintenance</i> untuk TC2 aktif</b>		
1	Tombol Start or,	Piston Hidrolik Lori <i>Feeder</i> aktif
	Pin <i>Locking</i> 3 Aktif or,	
	Pin <i>Locking Line</i>	

State	Kondisi Input	Kondisi Output
	<i>Maintenance 2 aktif</i>	
2	<i>Mode Line Maintenance untuk TC2 aktif</i>	Motor <i>Transfer Carriage 2</i> aktif dan bergerak maju ke <i>Park Maintenance</i>
3	<i>Pin Locking Line Maintenance 2 aktif</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor <i>Transfer Carriage 2</i> nonaktif</li> <li>• <i>Hydraulic Piston Transfer Carriage 2</i> aktif</li> </ul>
4	<i>Lori Detector 9</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Hydraulic Piston Transfer Carriage 2</i> nonaktif</li> <li>• <i>Hydraulic Piston Line Maintenance 2</i> aktif</li> </ul>
5	<i>Proximity End-Position Line Maintenance aktif</i>	<i>Hydraulic Piston Line Maintenance 2</i> nonaktif
6	<i>Limit Switch Low Hydraulic Piston Line Maintenance 2</i>	Motor <i>Transfer Carriage 2</i> aktif (kembali menuju <i>Line 2</i> )
7	<i>Pin Locking 2 untuk TC2</i>	Motor <i>Transfer Carriage 2</i> nonaktif (berhenti)

### 3.2 Perancangan Sistem dengan Metode *Cascade*

Pada tahapan ini akan dijelaskan mengenai cara menyusun *ladder diagram* proses pengolahan kelapa sawit dengan metode *cascade*. Adapun tahap-tahap menyusun *ladder diagram* dengan metode *cascade* adalah: pembuatan sekuen, penyusunan grup sekuen, pembuatan *switching function* , penyusunan *ladder diagram*. Berikut adalah sub sekuen sistem.

#### 3.2.1 Tahap Pertama (Sekuen 1-3)

Pada bagian ini saat tombol *start* ditekan maka lori *feeder* akan bergerak dan *loading ramp* akan beroperasi untuk membuka pintu *loading ramp*. Dan tahapan pembuatan *ladder diagram* dengan metode *cascade* adalah sebagai berikut:

#### A. Penyusunan Sekuen

Adapun cara pembuatan *ladder diagram* menggunakan metode *cascade* ini diawali dengan tahap pembuatan sekuen untuk sistem pengolahan minyak kelapa sawit seperti yang ditunjukkan pada tabel dibawah ini:

**Tabel 3.5** Tabel Sekuen Tahap Pertama

No	Nama	Tag
1	Piston Hidrolik <i>Lori Feeder</i> aktif	A+

No	Nama	Tag
2	Piston Hidrolik <i>Lori Feeder</i> nonaktif	A-
3	Pintu Hidrolik <i>Loading Ramp</i> aktif	B+
4	Pintu Hidrolik <i>Loading Ramp</i> nonaktif	B-

## B. Penyusunan Grup Sekuen

Kemudian dari tabel sekuen tersebut akan dilakukan pengelompokan (*grouping*) dari sekuen sistem pengolahan minyak kelapa sawit dengan syarat antara lain;

1. Grup baru akan aktif bila perlu merubah sinyal *Output* urutan
  2. Antar grup akan dipisahkan dengan tanda pemisah (garis miring)
- Untuk setiap grup diberi nama grup Y agar dapat dibuat *switching function* . Dibawah ini merupakan pengelompokan sekuen sistem pengolahan minyak kelapa sawit:

Start,A+, / A-,B+,/ B-  
Y1        Y2        Y3

## C. Pembuatan *Switching function*

Setelah dilakukan pengelompokan dari sekuen yang ada selanjutnya akan dibuat *switching function* . Hal ini bertujuan agar dapat diubah menjadi *ladder diagram* pada PLC. Berikut ini adalah *switching function* dari *relay* kelompoknya;

$$Y1 = (\text{Start} + X31 + X57 + X62 + Y1) \overline{Y2}$$

$$Y2 = (Y1 * X1 * X1 + Y2) \overline{Y3}$$

$$Y3 = (Y2 * X3 * X4 + Y3) \overline{B-}$$

Dan dibawah ini adalah *switching function* dari *Output*:

$$A+ = Y1$$

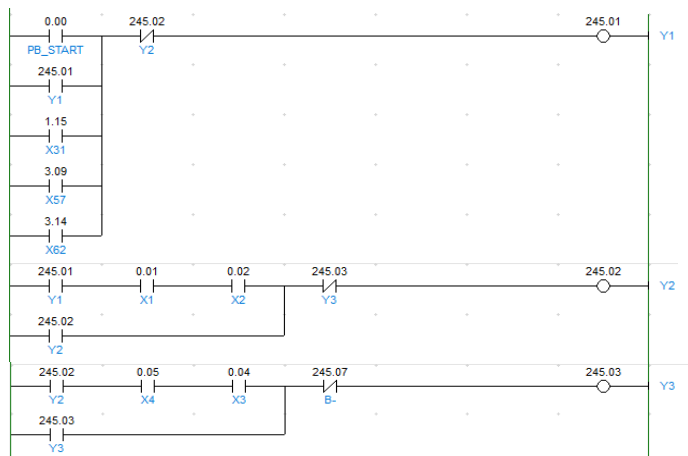
$$A- = Y2$$

$$B+ = Y2 * A-$$

$$B- = Y3$$

## D. Penyusunan *Ladder Diagram*

Setelah mendapatkan *switching function* barulah dapat dibuat *ladder diagram*. Karena *switching function* sendiri merupakan cara merubah sekuen sistem agar dapat dibuat *ladder diagram*. Dibawah ini adalah *ladder diagram relay* pengolahan minyak kelapa sawit.



**Gambar 3.1** Ladder Diagram Relay Tahap Pertama Proses CPO

Dan dibawah ini merupakan *ladder diagram* Output pengolahan minyak kelapa sawit.



**Gambar 3.2** Ladder Diagram Output Tahap Pertama Proses CPO

### 3.2.2 Tahap Kedua (Sekuen 3-5)

Pada bagian ini saat *limit switch high* hglr aktif dan sensor beban *scrapper conveyor* aktif maka *scrapper conveyor* akan berjalan. Setelah *scrapper conveyor* berjalan maka *loading ramp* akan beroperasi untuk menutup dan baru *scrapper conveyor* menutup.

Dan tahapan pembuatan *ladder diagram* dengan metode *cascade* adalah sebagai berikut:

### A. Penyusunan Sekuen

Adapun cara pembuatan *ladder diagram* menggunakan metode *cascade* ini diawali dengan tahap pembuatan sekuen untuk sistem pengolahan minyak kelapa sawit seperti yang ditunjukkan pada tabel dibawah ini:

**Tabel 3.6** Tabel Sekuen Tahap Kedua

No	Nama	Tag
1	Pintu Hidrolik <i>Loading Ramp</i> aktif	B+
2	Pintu Hidrolik <i>Loading Ramp</i> nonaktif	B-
3	<i>Scrapper Conveyor</i> aktif	C+
4	<i>Scrapper Conveyor</i> nonaktif	C-

### B. Penyusunan Grup Sekuen

Kemudian dari tabel sekuen tersebut akan dilakukan pengelompokan (*grouping*) dari sekuen sistem pengolahan minyak kelapa sawit dengan syarat antara lain;

1. Grup baru akan aktif bila perlu merubah sinyal *Output* urutan
  2. Antar grup akan dipisahkan dengan tanda pemisah (garis miring)
- Untuk setiap grup diberi nama grup Y agar dapat dibuat *switching function* . Dibawah ini merupakan pengelompokan sekuen sistem pengolahan minyak kelapa sawit:

C+, / C-,B+,/ B-  
Y4    Y5    Y6

### C. Pembuatan *Switching function*

Setelah dilakukan pengelompokan dari sekuen yang ada selanjutnya akan dibuat *switching function* . Hal ini bertujuan agar dapat diubah menjadi *ladder diagram* pada PLC. Berikut ini adalah *switching function* dari *relay* kelompoknya;

$$Y4 = (X3 * X4 + Y1) \overline{Y5}$$

$$Y5 = (Y4 * X5 + Y5) \overline{Y6}$$

$$Y6 = (Y5 * X4 + Y6) \overline{B-}$$

Dan dibawah ini adalah *switching function* dari *Output*:

$$B+ = Y5 * X5$$

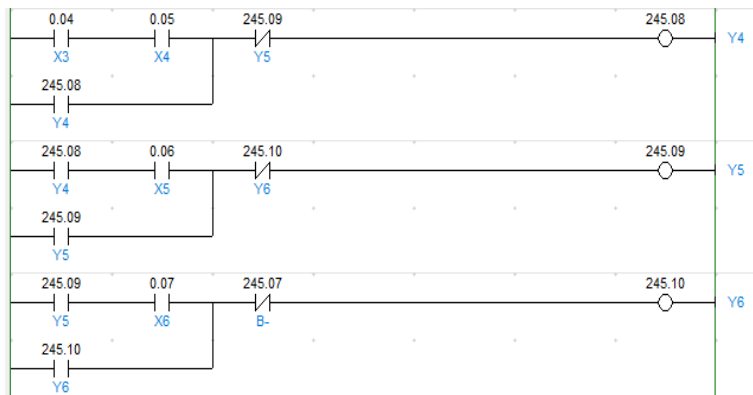
$$B- = Y6$$

$$C+ = Y4$$

$$C- = Y5$$

#### D. Penyusunan *Ladder Diagram*

Setelah mendapatkan *switching function* barulah dapat dibuat *ladder diagram*. Karena *switching function* sendiri merupakan cara merubah sekuen sistem agar dapat dibuat *ladder diagram*. Dibawah ini adalah *ladder diagram relay* pengolahan minyak kelapa sawit.



**Gambar 3.3** *Ladder Diagram Relay Tahap Kedua Proses CPO*

Dan dibawah ini merupakan *ladder diagram Output* pengolahan minyak kelapa sawit.



### **Gambar 3.4** *Ladder Diagram Output* Tahap Kedua Proses CPO

#### **3.2.3 Tahap Ketiga (Sekuen 5-8)**

Pada bagian ini saat *limit switch low* HGLR aktif dan piston hidrolik *line 1* aktif. Kemudian lori *detector 2* aktif dan piston hidrolik *line 1* nonaktif. Lalu motor *transfer carriage 1* aktif karena *limit switch low* Piston Hidrolik *Line 1* aktif. Setelah itu motor *transfer carriage 1* nonaktif diakibatkan motor *transfer carriage 1* nonaktif. Dan tahapan pembuatan *ladder diagram* dengan metode *cascade* adalah sebagai berikut:

#### **A. Penyusunan Sekuen**

Adapun cara pembuatan *ladder diagram* menggunakan metode *cascade* ini diawali dengan tahap pembuatan sekuen untuk sistem pengolahan minyak kelapa sawit seperti yang ditunjukkan pada tabel dibawah ini:

**Tabel 3.7** Tabel Sekuen Tahap Ketiga

No	Nama	Tag
1	Piston Hidrolik <i>Line 1</i> aktif	D+
2	Piston Hidrolik <i>Line 1</i> nonaktif	D-
3	Motor <i>Transfer Carriage 1</i> aktif	E+
4	Motor <i>Transfer Carriage 1</i> nonaktif	E-

#### **B. Penyusunan Grup Sekuen**

Kemudian dari tabel sekuen tersebut akan dilakukan pengelompokan (*grouping*) dari sekuen sistem pengolahan minyak kelapa sawit dengan syarat antara lain;

3. Grup baru akan aktif bila perlu merubah sinyal *Output* urutan

4. Antar grup akan dipisahkan dengan tanda pemisah (garis miring)

Untuk setiap grup diberi nama grup Y agar dapat dibuat *switching function* . Dibawah ini merupakan pengelompokan sekuen sistem pengolahan minyak kelapa sawit:

D+, / D-, E+ / E-  
Y7    Y8    Y9

#### **C. Pembuatan *Switching function***

Setelah dilakukan pengelompokan dari sekuen yang ada selanjutnya akan dibuat *switching function* . Hal ini bertujuan agar dapat diubah

menjadi *ladder diagram* pada PLC. Berikut ini adalah *switching function* dari relay kelompoknya;

$$Y7 = (X6 + Y7) \overline{Y8}$$

$$Y8 = (Y7 * X7 + Y8) \overline{Y9}$$

$$Y9 = (Y8 * X9 + Y9) \overline{E-}$$

Dan dibawah ini adalah *switching function* dari Output:

$$D+ = Y7$$

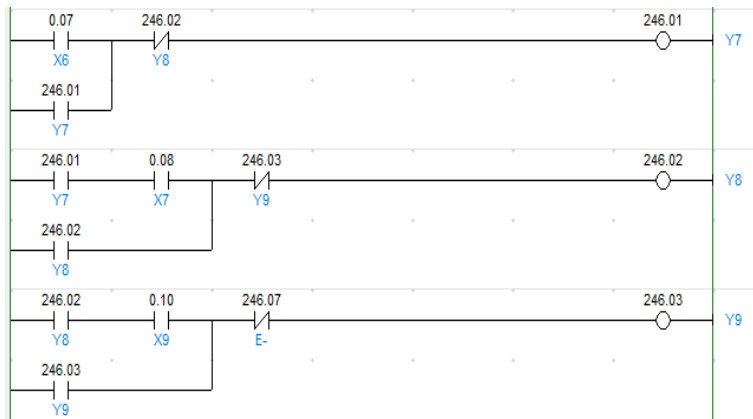
$$D- = Y8$$

$$E+ = Y8 * X8$$

$$E- = Y9$$

#### D. Penyusunan *Ladder Diagram*

Setelah mendapatkan *switching function* barulah dapat dibuat *ladder diagram*. Karena *switching function* sendiri merupakan cara merubah sekuen sistem agar dapat dibuat *ladder diagram*. Dibawah ini adalah *ladder diagram relay* pengolahan minyak kelapa sawit.



**Gambar 3.5** *Ladder Diagram Relay Tahap Ketiga Proses CPO*

Adapun *ladder diagram Output* pengolahan minyak kelapa sawit dapat dilihat pada halaman selanjutnya.





**Gambar 3.6** *Ladder Diagram Output Tahap Ketiga Proses CPO*

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB 4

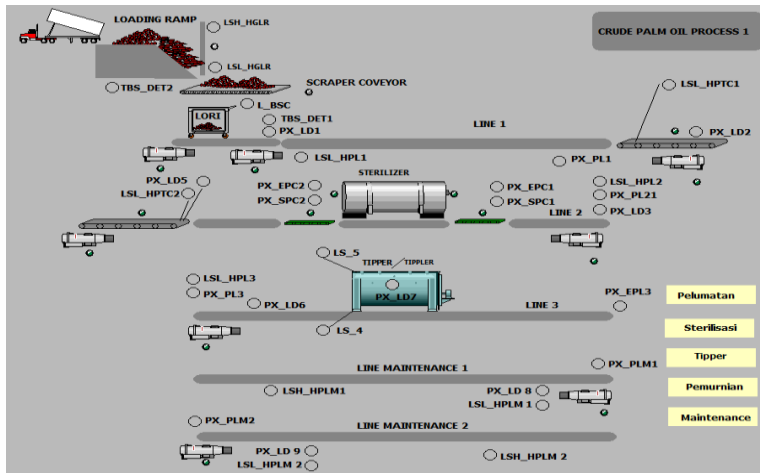
Pada bab ini akan membahas mengenai hasil *ladder diagram* yang telah dirancang untuk kemudian disimulasikan pada PLC CQM1 untuk mengetahui apakah sudah sesuai dengan sekuen atau belum. Adapun HMI disini menggunakan wonderware dan untuk hasil HMI dapat dilihat pada lampiran.

### 4.1 Simulasi

Pada tahap ini *ladder diagram* yang telah dibuat akan disimulasikan ke dalam *Human Machine Interface* (HMI). HMI yang digunakan dalam tahap ini adalah milik wonderware. Disini HMI digunakan untuk melakukan pengamatan terhadap perangkat-perangkat aktuaktor dan sensor yang sedang bekerja. Dalam prosesnya perancangan wonderware dibagi dalam beberapa bagian antara lain; tahap awal pengolahan minyak sawit, Pelumatan, Pemurnian, *Maintenance*, Sterilisasi *Line 2*, *Threshing Line 3*. Setelah sudah selesai dibuat HMI, maka diperlukan PLC OMRON untuk membandingkan HMI itu sesuai dengan jalannya indikator pada PLC OMRON.

#### 4.1.1 Tahap Awal Pengolahan Minyak Sawit

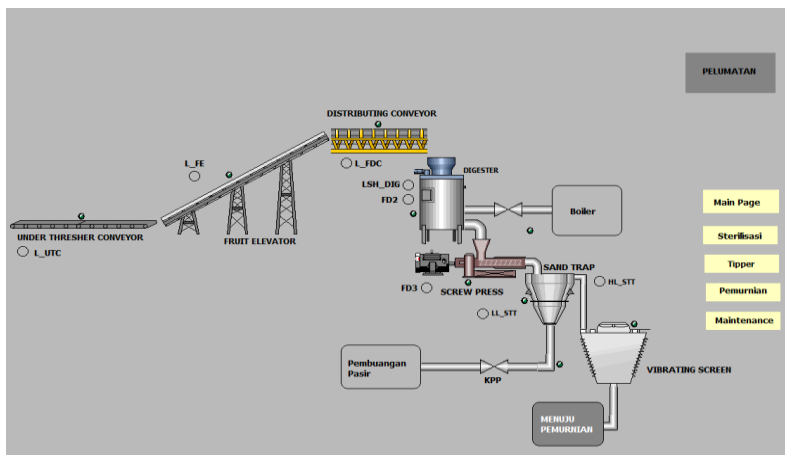
Dalam tahap sistem yang disimulasikan adalah tahap awal pengolahan minyak sawit. Sengaja pada tahap ini sebagian komponen sensor tidak diperlihatkan. karena sudah diberikan *sub window* khusus yang berguna untuk memeunculkan sensor yagn tidak diperlihatkan. Untuk proses yang disimulasikan ini tidak sampai pada penyimpanan minyak kelapa sawit. Sehingga proses yang disimulasikan ini hanya *Loading Ramp*, *Lori feeder*, *Sterilizer*, *Tippler*, *Line maintenance 1*, *Line maintenance 2*. Berikut ini merupakan tampilan HMI (*Human Machine Interface*) pada tahap awal pengolahan minyak sawit yang dapat dilihat pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1** HMI Tahap Awal Pengolahan Minyak Sawit

#### 4.1.2 *Pelumatan*

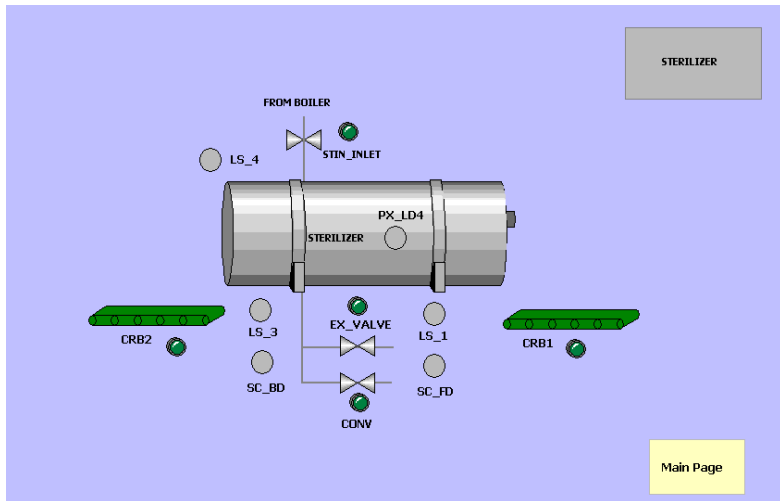
Untuk HMI proses pelumatan yang disimulasikan mulai dari *Digester*, *Screw Press*, *Sand Trap*, dan *Vibratin Screen*. Dalam tahap ini semua sensor yang ada ditampilkan secara lengkap tanpa ada yang disembunyikan pada window khusus.



**Gambar 4.2** HMI Pelumatan

#### 4.1.3 Sterilizer Line 2

Untuk HMI proses *sterilizer line 2* akan ditampilkan beberapa sensor pada pengolahan kelapa sawit ini dan disimulasikan pada tahapan berikut ini. Dalam tahapan ini, *sterilizer* mempunyai beberapa aktuator berupa: *Exhaust Valve*, *Condensat Valve*, *Steam Inlet*, *Connecting Rail Bridge 1*, *Connecting Rail Bridge 2*, *Sterilizer Cage Back Door*, *Sterilizer Cage Front Door*. Dan juga terdapat berbagai macam jenis sensor diantaranya adalah sensor *Limit Switch 4*, *Limit Switch 3*, *Limit Switch 1*.



**Gambar 4.3** HMI Sterilizer Line 2

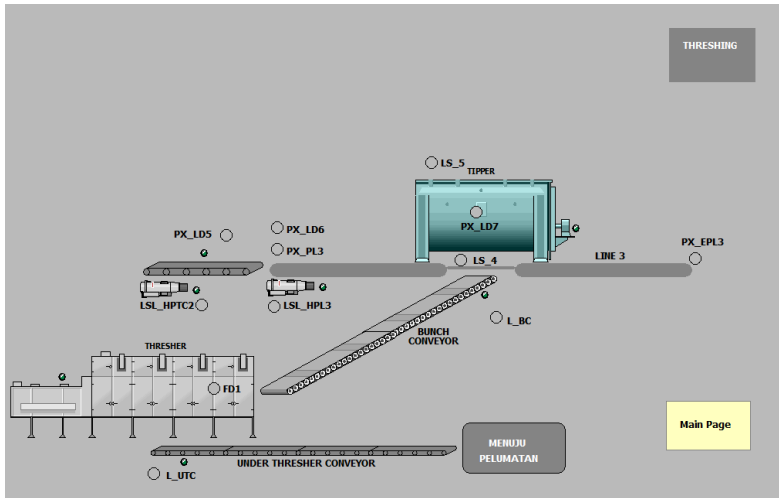
#### 4.1.4 Pemurnian

Untuk HMI proses selanjutnya yang akan disimulasikan adalah proses pemurnian. Dalam proses ini terdapat beberapa *sub proses- sub proses*. Adapun *sub proses* yang dimaksud yaitu *Sand Trap*, *Vibrating Screen*, *Desanding Cyclone*, *Collection Tank*, *Decanter Feed Tank*, *Decanter*, *Oil Purifier Tank*, *Vacum Drier*, *Oil Storage Tank*.



#### 4.1.6 Threshing

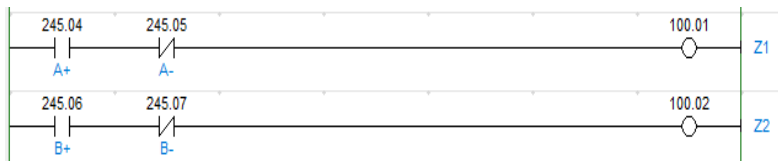
Untuk HMI proses *threshing* yang disimulasikan mulai dari *Tippler*, *Bunch Conveyor*, *Thresher*, *Under Thresher Conveyor*. Dalam proses *threshing* terdapat beberapa sensor meliputi sensor *Tippler*, dan *Thresher*. Dalam tahap ini proses akan berakhir di *Under Thresher Conveyor* yang dapat dilihat pada *Window Threshisng*.



**Gambar 4.6** HMI *Threshing*

#### 4.2 Analisa

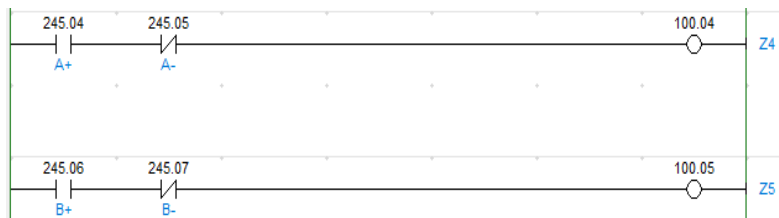
Pada tahap ini akan dilakukan analisa dan penjelasan secara rinci mengenai *ladder diagram* tahap awal (sekuen 1-3) pada halaman 40. Setelah didapatkan *ladder diagram* sesuai dengan **Gambar 3.1** dan **Gambar 3.2** perlu ditambahkan suatu *relay* baru untuk dapat mengendalikan *Output* Z1, Z2, Z3, Z4, Z5 seperti gambar dibawah ini.



**Gambar 4.7** *Relay* Baru Kendali *Output* Z1 Dan Z2



**Gambar 4.8** *Relay Baru Kendali Output Z2 Dan Z3*



**Gambar 4.9** *Relay Baru Kendali Output Z4 Dan Z5*

Apabila tidak dibuat *relay* baru lagi maka program ladder yang dibuat tidak akan dapat berjalan karena masih dalam bentuk memori. Oleh sebab itulah dibuat lagi *relay* baru yang membantu agar *Output* yang akan dikendalikan dapat digunakan.



## BAB 5

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari tugas akhir ini adalah :

1. Metode *cascade* yang digunakan menyusun *ladder diagram* pada *crude palm oil process* memiliki beberapa aturan dan tahapan yang harus diikuti.
2. Dengan metode *cascade* program *ladder* yang dibuat memiliki jumlah *rung* 250 akibat dari banyaknya *relay* yang ada.
3. Ukuran program yang dibuat adalah 30kb
4. Timer yang digunakan ada 11 timer
5. Dalam program ini input dan *Output* sebanyak 78
6. *Relay* sebanyak 1000

### 5.1 Saran

1. Program masih dapat diringkas lagi jika *relay -relay* memori itu dipilih yang sama dan digabung menjadi satu

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

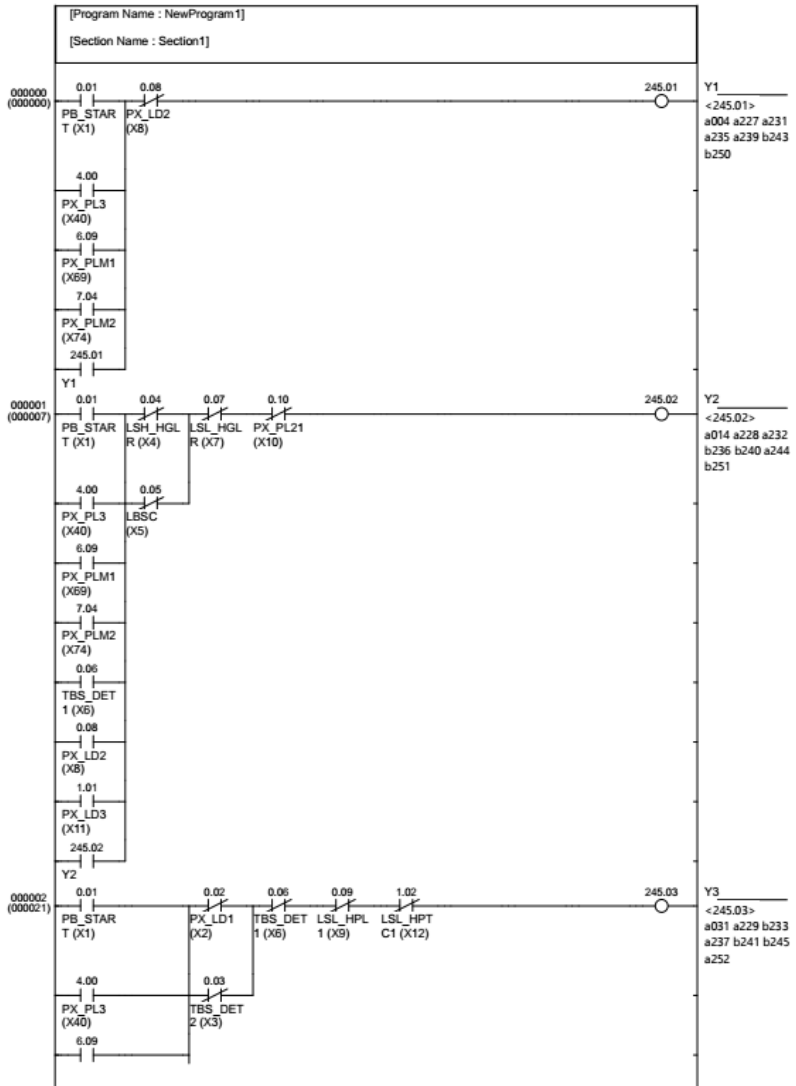
## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Iyung Pahan, 2006, Paduan Lengkap Kelapa Sawit, Bogor, Penebar Swadaya.
- [2] M. Budiyanto – A. Wijaya, 2006, Pengenalan Dasar – Dasar PLC (Programmable Logic Controller) Disertai Contoh Aplikasinya, Yogyakarta, Gava Media
- [3] ....., KEPServerEX V5 Manual Book,<https://www.kepware.com/en-us/products/kepserverex/documents/kepserverex-v5-manual.pdf>, diakses tanggal 20 Maret 2018
- [4] Wicaksono, H., 2011, SCADA Software dengan Wonderware InTouch, Dasar – Dasar Pemrograman, Yogyakarta, Graha Ilmu.
- [5] David W. Pessen, 1989Industrial Automation: Circuit Design And Components, Wiley – Interscience.
- [6] ....., CQM1 Programmable Controllers Operation Manual, <http://personal.its.ac.id/files/material/3373-jos-PLC108%20-%2000%20B%204%20W226E17%20Operation%20Manual%20CQM1.pdf> diakses tanggal 29 Maret 2018

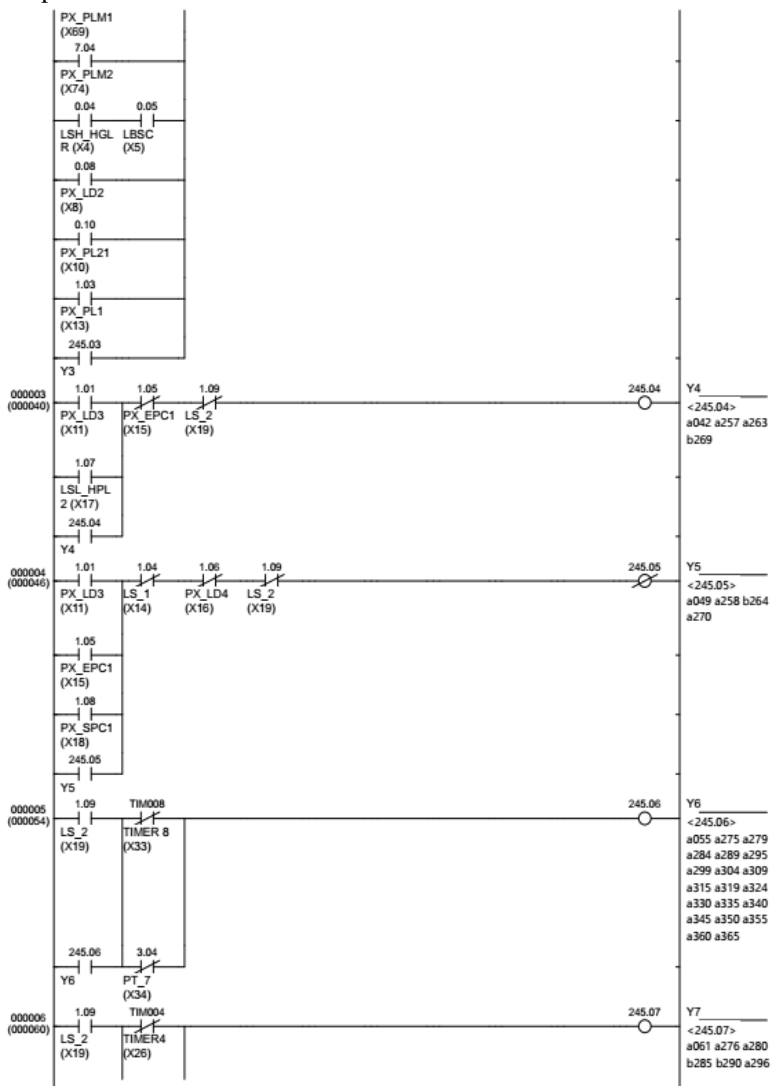
*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# Lampiran

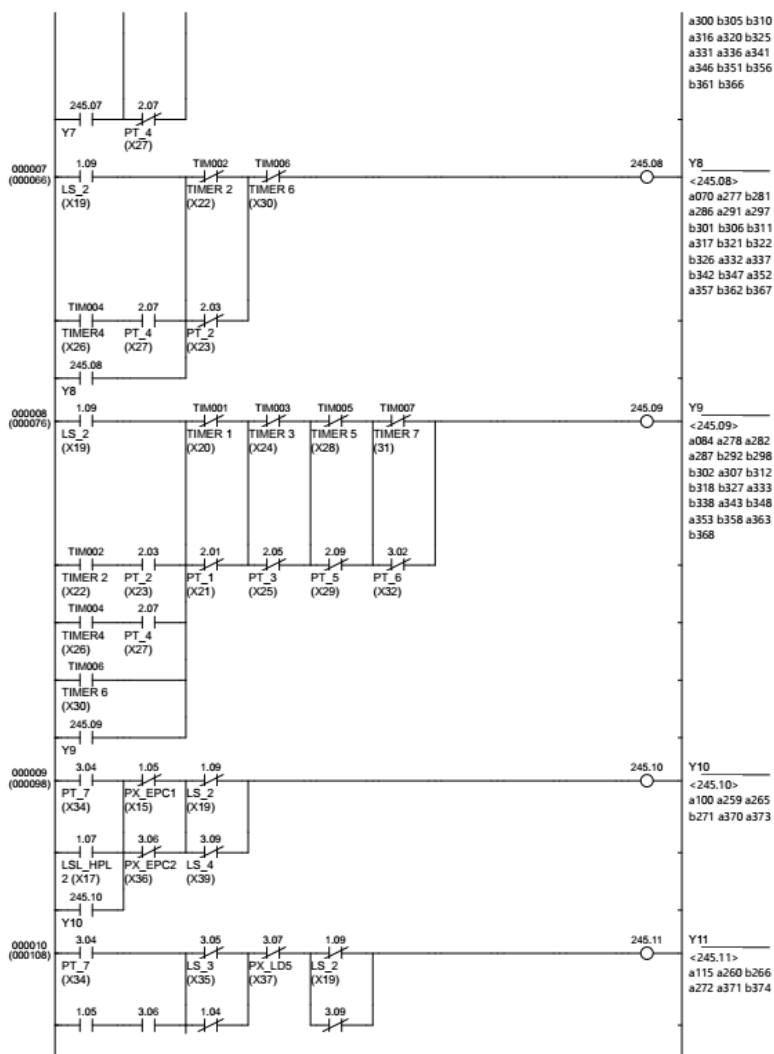
## Lampiran 1



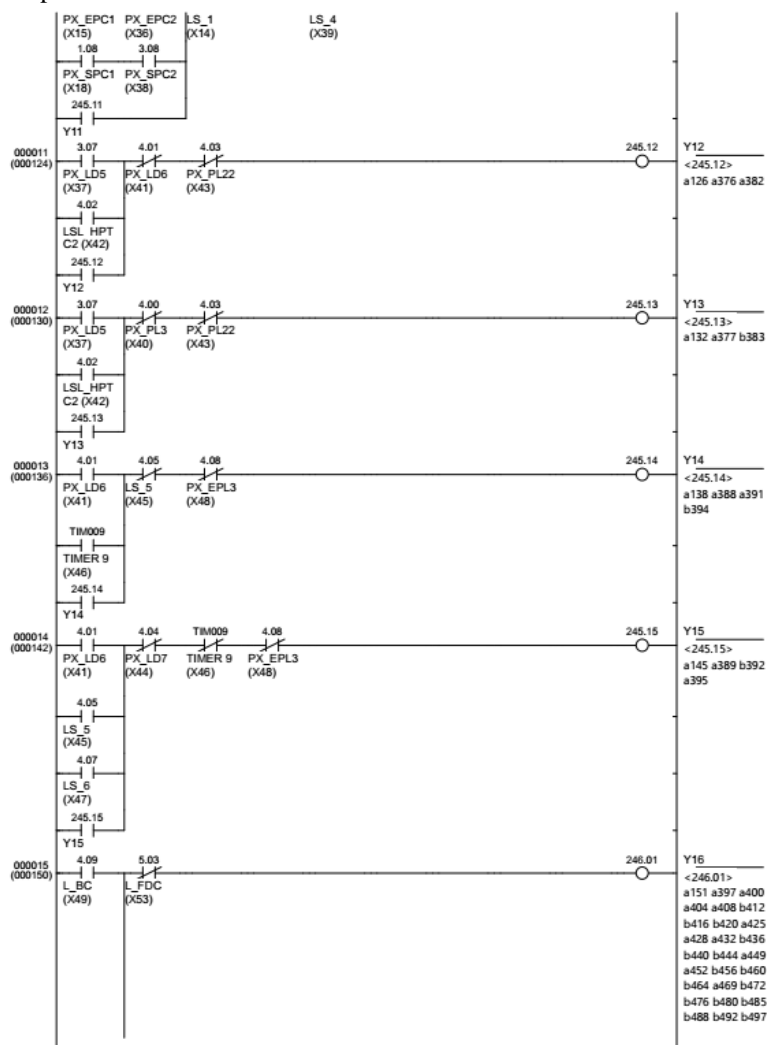
## Lampiran 2



### Lampiran 3

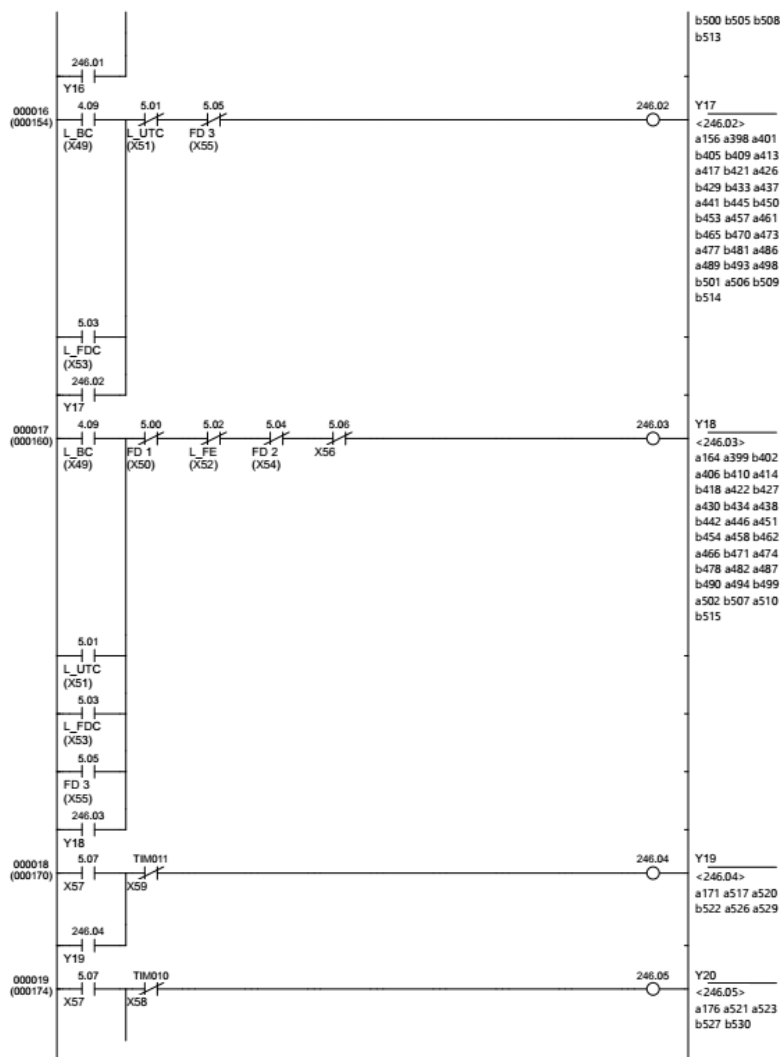


## Lampiran 4

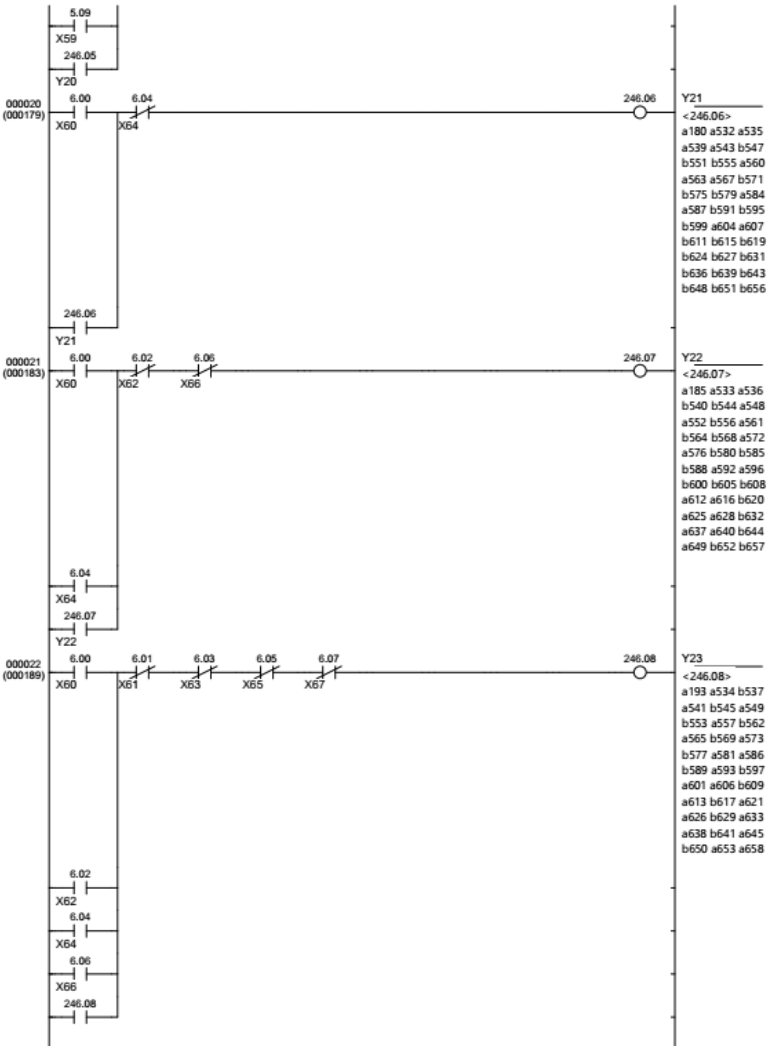




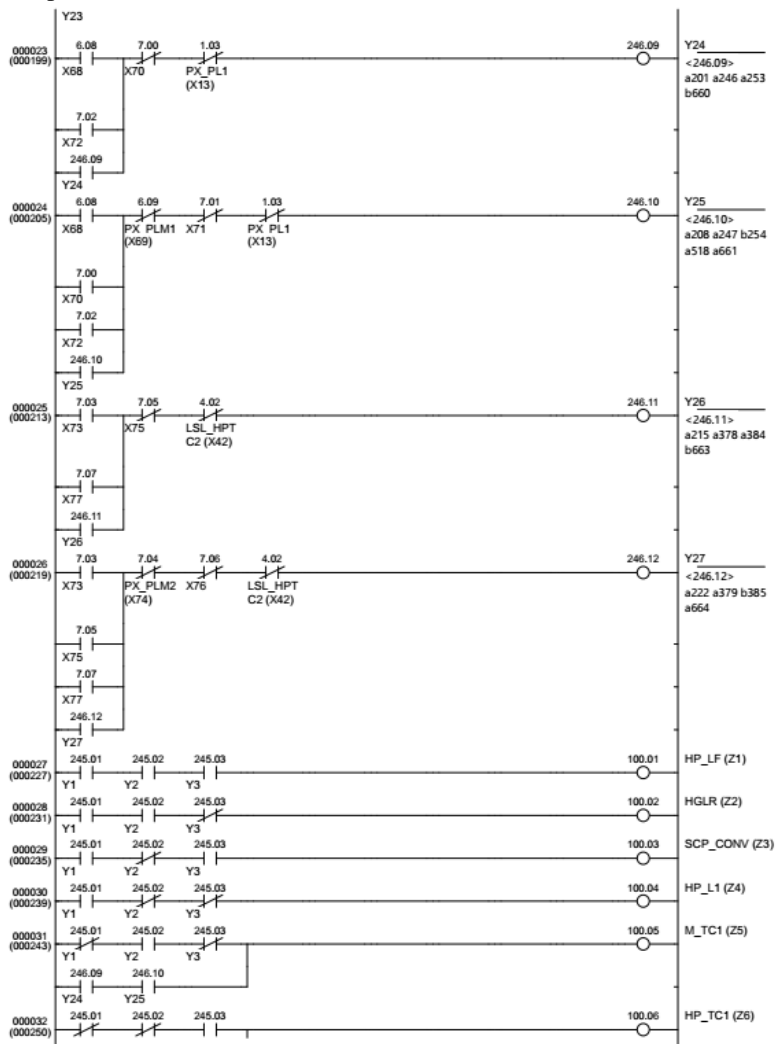
## Lampiran 5



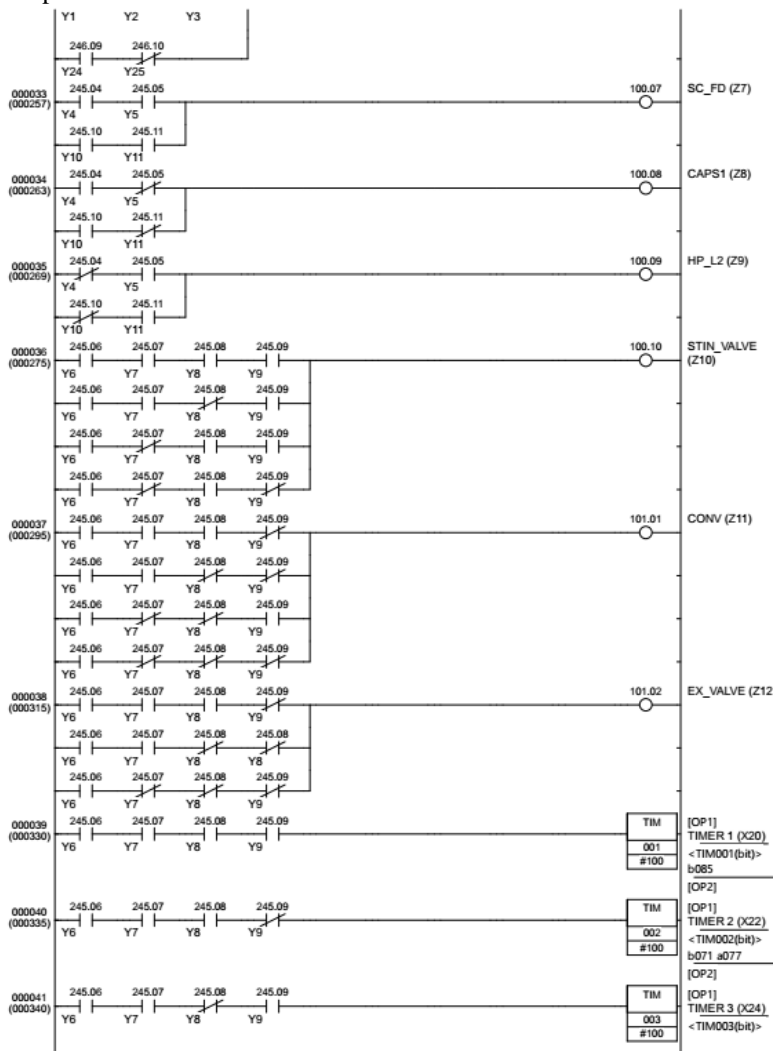
Lampiran 6



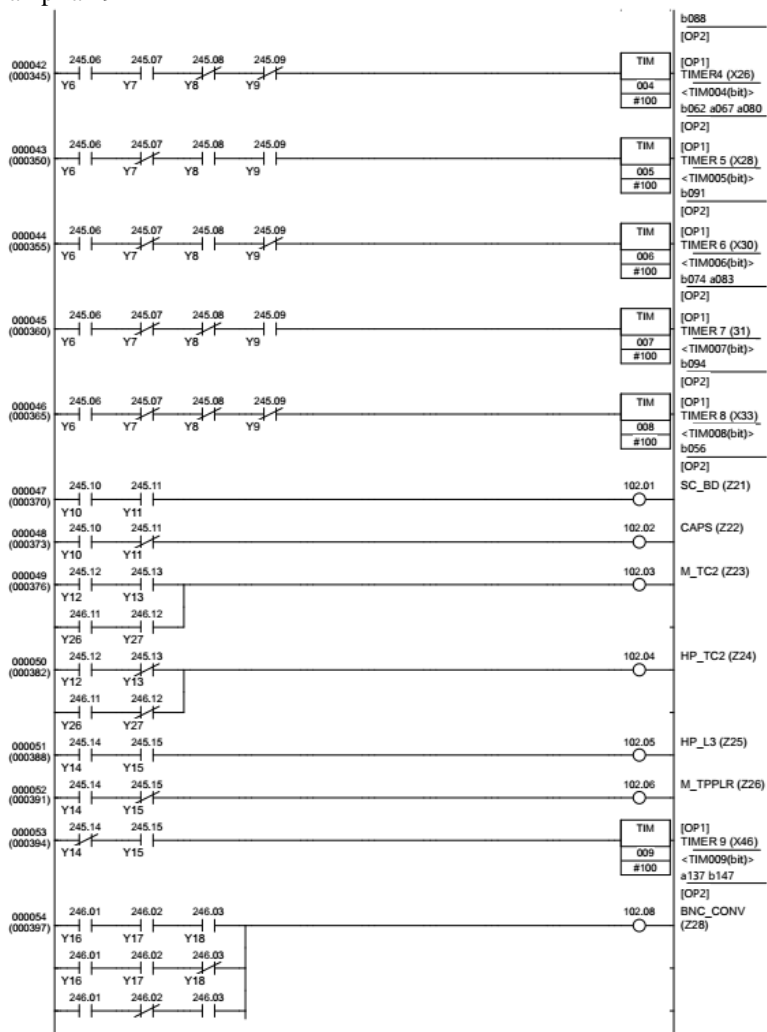
## Lampiran 7



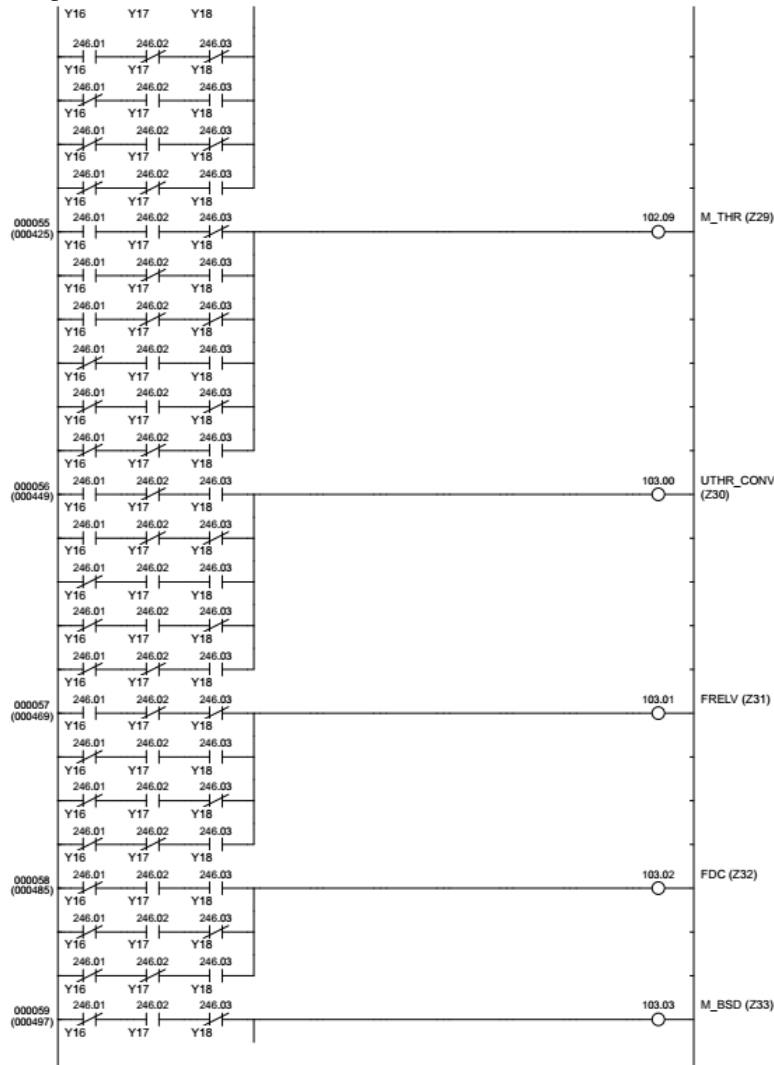
## Lampiran 8



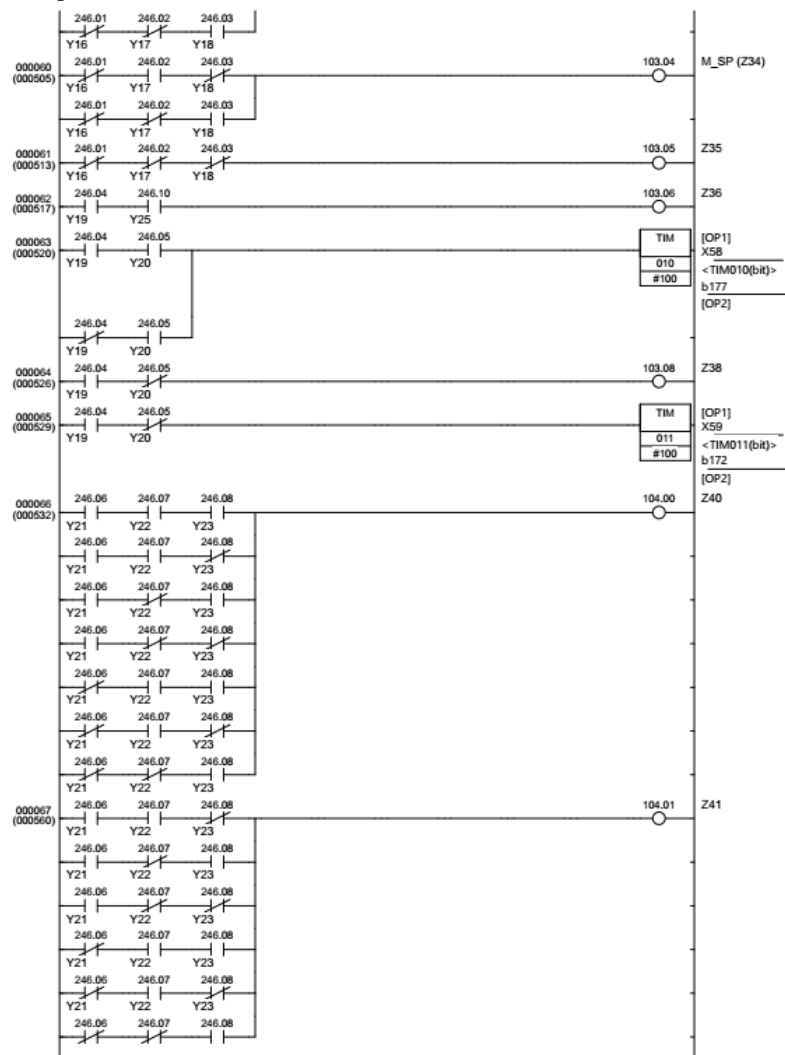
## Lampiran 9



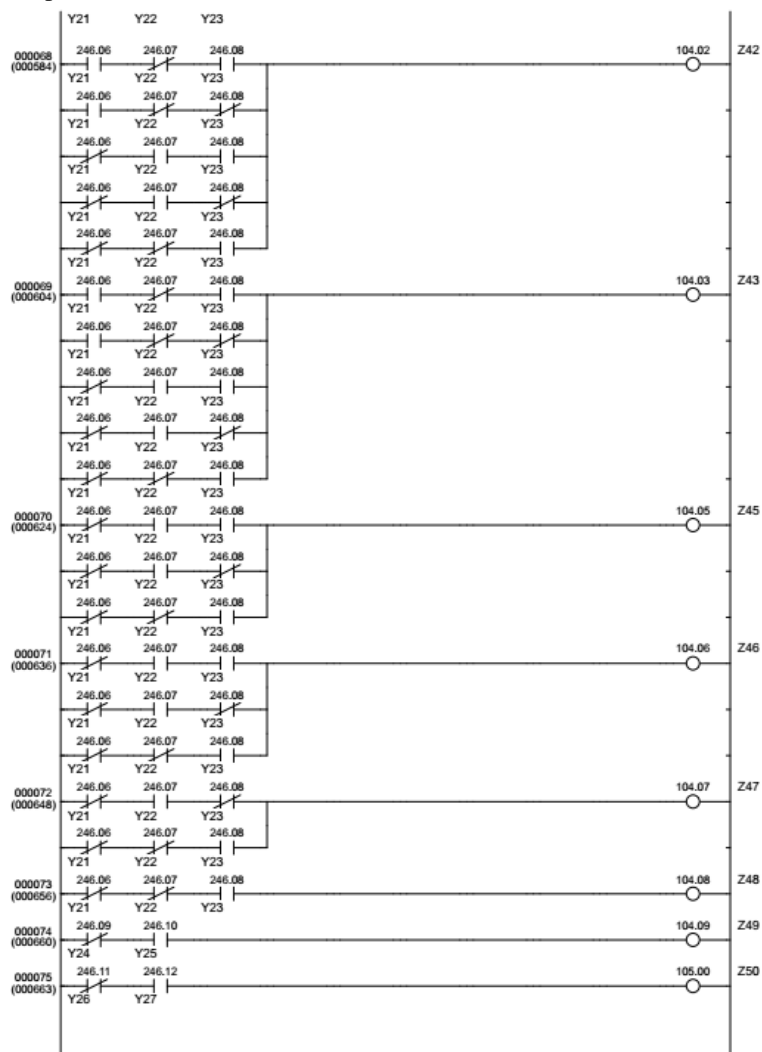
Lampiran 10



## Lampiran 11



## Lampiran 12





## RIWAYAT HIDUP



Arga Pratama Sukarno Putra, dilahirkan pada 17 Desember 1994 di Lamongan. Penulis adalah anak pertama dari 3 bersaudara. Lulus pada SDN Wonokusumo III Surabaya tahun 2006. Kemudian penulis melanjutkan *study* ke SMPN 6 Surabaya lulus tahun 2009 dan tahun 2012 lulus dari SMAN 15 Surabaya. Setelah itu melanjutkan *study* ke D3 Teknik Elektro ITS dan lulus tahun 2015. Kemudian penulis melanjutkan *study* ke S1 ELEKTRO ITS melalui program lintas jalur, mengambil bidang *study* Teknik Sistem Pengaturan di Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya. Penulis dapat dihubungi melalui alamat e-mail [argasukarno@gmail.com](mailto:argasukarno@gmail.com).

*Halaman ini sengaja dikosongkan*